

OMC 2010

IX Međunarodna naučna konferencija o površinskoj eksploataciji
Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.

ZBORNIK RADOVA



OMC 2010



ORGANIZATORI

- Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
- Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije,
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
- Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Skoplju
- Elektroprivreda Srbije
- Elektroprivreda Republike Srpske
- Elektroprivreda Crne Gore
- Centre for Solid Fuels Technology and Applications - Athens
- Tekon Sistemi - Beograd

U ORGANIZACIJI UČESTVUJU

- Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije
- Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije
- Privredna komora Srbije



Organizatori / Organizers

Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije, Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju /
Society of Mining and Geology Engineers of Serbia, Yugoslav Opencast Mining Committee

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko - geološki fakultet / University of Belgrade,
Faculty of Mining and Geology

Elektroprivreda Srbije / Electric power industry of Serbia

Elektroprivreda Republike Srpske / Electric power industry of Republic of Srpska

Elektroprivreda Crne Gore / Electric power industry of Montenegro

/ Centre for Solid Fuels Technology and Applications - Athens

Tekon Sistemi - Beograd / Tekon Systems - Belgrade

IX Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji

OMC 2010

ISBN: 978-86-83497-15-7



OMC 2010

ISBN: 978-86-83497-15-7

IX International Scientific Opencast Mining Conference

SUPPORTED BY

Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije / Ministry of Mining and Energy,
Republic of Serbia

Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije / Ministry of Science and Technological
Development, Republic of Serbia

Privredna komora Republike Srbije / Economic Chamber of Republic of Serbia

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010. / Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010

**IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O
POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI OMC 2010
ZBORNİK RADOVA**

**IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC OPENCAS
T MINING CONFERENCE OMC 2010
PROCEEDINGS**

Izdavač / Publisher

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
Yugoslav Opencast Mining Committee

Urednik / Editor

Prof. Dr Vladimir Pavlović

Tehnička Priprema / Technical design

Mr Tomislav Šubaranović, dipl. inž. rud.

Grafičko rešenje korica / Graphic design

Saša Stepanović, dipl. inž. rud.

Tiraž / copies

200 primeraka

Štampa / Printed by

Elvod-print, Lazarevac

© Sva prava zadržava izdavač

© All right reserved

ISBN 978-86-83497-15-7



Štampanje zbornika radova IX Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji OMC 2010 pomoglo je Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

NAUČNI SAVET / SCIENTIFIC COUNCIL

Prof. Dr Vladimir Pavlović, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Božo Kolonja, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Nikola Lilić, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Lazar Kričak, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Michael Karmis, Virginia Tech University
Prof. Dr Per Martens, RWTH Aachen
Prof. Dr Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg
Prof. Dr Dejan Filipović, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr George Panagiotou, National Technical University of Athens
Prof. Dr Monica Hardygora, Wroclaw University of Technology
Prof. Dr G. Pasamehmetoglu, Atilim Technical University
Prof. Dr Risto Dambov, Univerzitet u Skoplju
Prof. Dr Dragan Ignjatović, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Milan Kukrika, Univerzitet u Beogradu
Prof. Dr Đorđe Uzelac, Univerzitet u Novom Sadu
Prof. Dr Nataša Petrović, Univerzitet u Beogradu



SADRŽAJ

Babović Marko , Jeftić Branko, Ivoš Vladimir PRIKAZ POTENCIJALNIH POVRŠINSKIH KOPOVA U KOSTOLAČKOM UGLJENOM BASENU REVIEW OF PROSPECTIVE OPENCAST MINES IN KOSTOLAC COAL BASIN	1
Daničić Darko , Kovačev Sava, Pantelić Milorad MODEL ORGANIZOVANJA PROCESA REVITALIZACIJE MAŠINSKE I ELEKTRO OPREME NA KONTINUALNIM SISTEMIMA POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA GACKO MODEL OF ORGANIZING PROCESSES OF MECHANICAL AND ELECTRICAL EQUIPEMENT REVITALIZATION ON CONTINUOUS SYSTEMS IN OPEN PIT MINE GRACANICA GACKO	8
Gorgievski Blagoja , Dambov Risto SISTEMI ZAŠTITE PJS OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U RUDNIKU SUVODOL PROTECTION SYSTEM (PJS) FROM GROUND AND SURFACE WATERS IN THE MINE SUVODOL	18
Ilić Miloje , Miladinović Zoran NALAZIŠTA JUVELIRSKIH MINERALNIH SIROVINA U SEDIMENTIMA U ISTOČNOM DELU LECKOG VULKANSKOG KOMPLEKSA I OKOLNIM FORMACIJAMA DEPOSITS OF GEM RAW MATERIALS IN SEDIMENTS IN THE EASTERN PART OF THE LECE VOLCANIC COMPLEX AND THE NEIGHBOURING FORMATIONS	26
Ilić Saša NEKA PITANJA DELA PROBLEMATIKE REKULTIVACIJE I REVITALIZACIJE POSTEKSPLOATACIONOG PROSTORA POVRŠINSKIH KOPOVA I ODLAGALIŠTA SOME QUESTIONS REGARDING PROBLEMS IN RECLAMATION AND REVITALISATION OF POSTEXPLOITATIONAL SPACE OF OPEN PIT MINES AND WASTE DUMPS	34

Jovančić Predrag, Tanasijević Miloš DIJAGNOSTIKOVANJE POGONSKIH GRUPA I NOSEĆE ČELIČNE KONSTRUKCIJE ROTORNOG BAGERA PRI IZBORU ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVAN RAD NA OTKOPAVANJU LIGNITA DIAGNOSING PROPULSION GROUP AND SUPPORTING STEEL STRUCTURES OF BUCKET WHEEL EXCAVATOR FOR BUCKET WHEEL EXCAVATOR SELECTION FOR SELECTIVE LIGNITE MINING	40
Jovičić Vesna, Ristovski Ljiljana, Nikolić Ruža, Arsenijević Svetlana RAZVOJ SISTEMA NA OTKRIVCI U PROŠIRENOM JUŽNOM DELU POVRŠINSKOG KOPA POLJE D DEVELOPMENT OF OVERBURDEN SYSTEMS IN EXPANDED SOUTHERN PART AT THE OPEN CAST MINE FIELD D	52
Jovičić Vladan, Čeran Nebojša, Radovanović Vladan OBRAČUN TROŠKOVA RUDARSKIH KOMPANIJA PO PROCESIMA I FORMIRANJE TRANSFERNIH CENA COST MINING COMPANY THROUGH PROCESSES AND FORMING OF TRANSFER PRICNG	62
Kevkić Tijana, Petković Dragan OTPORNOST POLISILICIJUMSKIH SLOJEVA KOJA UKLJUČUJE CENTRE ZAHVATA U POLIKRISTALNOM ZRNU RESISTANCE OF POLYSILICON FILMS WITH GRAIN TRAPPING STATES	70
Kevkić Tijana, Petković Dragan APROKSIMATIVNE ANALITIČKE RELACIJE ZA POVRŠINSKI POTENCIJAL U INVERZNIM SLOJEVIMA SILICIJUMA N-TIPA APPROXIMATE ANALYTIC RELATIONS FOR SURFACE POTENTIAL IN N-TYPE SILICON INVERSION LAYERS	76
Kezović Miodrag STRATIGRAFSKI PRIKAZ I KINEMATIKA NEOTEKTONSKE AKTIVNOSTI KOLUBARSKO-TAMNAVSKOG BASENA STRATIGRAPHIC REVIEW AND CINEMATICS NEOTECTONIC ACTIVITIES IN KOLUBARA-TAMNAVA BASIN	84
Kitanović Bosiljka, Ilić Zoran, Sabov Dejan ANALIZA MOGUĆNOSTI ODLAGANJA OTKRIVKE SA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E NA SPOLJAŠNJA ODLAGALIŠTA ANALYSIS OF OPEN PIT FIELD E OVERBURDEN DISPOSAL OPTIONS AT THE OUTSIDE DUMPS	92

Kričak Lazar , Negovanović Milanka, Janković Ivan, Zeković Dario OSNOVNI PRINCIPI RUKOVANJA AMONIJUM NITRATOM BASIC PRINCIPLES FOR AMMONIUM NITRATE HANDLING	100
Krsmanović Ivan , Dambov Risto USLOVI PRIMENE KONTURNIH MINIRANJA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA CONDITION FOR CONTUOR BLASTING USE ON OPENPIT MINES	110
Kukrika Milan PREDLOG METODOLOGIJE ZA MERENJE PERFORMANSI PREMA PREPORUKAMA STANDARDA ISO 9004:2009 A PROPOSED METHODOLOGY FOR MEASURING PERFORMANCE ACCORDING TO THE RECOMMENDATIONS OF ISO 9004:2009	118
Majstorović Jelena , Mojić Simo, Volkov Husović Tatjana REZULTATI GEOMEHANIČKIH ISPITIVANJA ZEOLITISANOG TUFA I PRATEĆIH STENA LEŽIŠTA IGROŠ KOD BRUSA THE RESULTS OF GEOMECHANICAL EXAMINATION OF ZEOLITHIC TUFF AND ADJACENT ROCKS OF IGROS DEPOSIT NEAR BRUS	123
Maksimović Svetomir , Miljanović Igor UTICAJ PROMENA U TEHNOLOŠKOJ MATRICI NA PROIZVODNJU POJEDINI SEKTORA U PRIVREDNIM DRUŠTVIMA KOLUBARE I TENT CHANGING INFLUENCE INTO TECHNOLOGICAL MATRIX ON SOME PRODUCTION SECTORS IN KOLUBARA AND ENT EKONOMIC ASSOCIATION UNITS	130
Milić Mira MINERALOŠKO-PETRLOŠKI SASTAV RIJEČNOG AGREGATA IZ VRBASA I NJEGOVA UPOTREBA U GRAĐEVINARSTVU (SA PODRUČJA BANJA LUKE) CHARACTERISTICS OF VRBAS RIVER GRAVEL MINERAL-PETROLOGICAL COMPOSITION AND ITS USE IN CIVIL ENGINEERING (NEAR BANJA LUKA)	143
Dimšo Milošević , Relja Dragić, Nikolija Perić DISKONTINUALNI I KOMBINOVANI SISTEMI ZA USLOVE POVRŠINSKOG KOPA UGLJEVIK-ISTOK DISCONTINUOUS AND COMBINED SYSTEMS FOR OPENPIT MINE UGLJEVIK-EAST CONDITIONS	150
Milutinović Aleksandar , Ganić Aleksandar GEODETSKI INSTRUMENTI I UREĐAJI ZA MONITORING STABILNOSTI KOSINA POVRŠINSKIH KOPOVA SURVEYING INSTRUMENTS AND DEVICES FOR MONITORING OF THE STABILITY OF SLOPES AT OPENPIT MINES	154

Mitrović Aleksandra , Đurović Mirjana, Lončar Stevan UTVRĐIVANJE POSTOJANJA HIDRAULIČKE VEZE IZMEĐU KVARTARNOG I PLIOCENISKO VODOSNOSNOG SLOJA NA LOKACIJI BUDUĆE TE STANARI DETERMINATION OF HYDRAULIC CONNECTION EXISTANCE BETWEEN QUARTERNY AND PLIOCENIC AQUIFER ON THE LOCATION OF FUTURE THERMAL POWER PLANT STANARI	161
Mitrović Slobodan UPRAVLJANJE RIZICIMA NA RUDARSKOM PROJEKTU MINING PROJECTS RISK MANAGEMENT	170
Moranjskić Idriz , Begić Asim KOMBINOVANI TRANSPORT I UTOVARNI BUNKERI COMBINED TRANSPORT AND LOADER HOPPERS	177
Nikolić Dejan , Savić Dragana, Živković Dejan REZULTATI GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZAPADNOG DELA KOSTOLAČKOG BASENA U 2009. GODINI RESULTS OF GEOLOGICAL SURVEY OF WESTERN PART KOSTOLAC BASIN IN 2009	193
Obradović Titomir , Grbavčić Mirjana, Stojković Siniša, Šuljamčević Đorđe PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU NA PRIMERU POVRŠINSKE I PODZEMNE EKSPLOATACIJE FOSFORITNE RUDE IZ LEŽIŠTA LISINA I PROIZVODNJE KONCENTRATA FOSFATA (K/P ₂ O ₅) AN ENVIROMENTAL MONITORING PROGRAMME BASED ON CASE STUDY OF PHOSPHORICE ORE EXPLOITATION FROM THE LISINA MINE AND PHOSPHATE CONCENTRATE'S (K/P ₂ O ₅) PRODUCTION	201
Pavlović Vladimir , Matko Zlatan, Bošković Saša POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA UGLJA ROTACIONIM BUŠENJEM OPEN PIT COAL MINING WITH ROTATION DRILLING METHOD	209
Pavlović Vladimir , Jakovljević Ivica, Stepanović Saša EKSPLOATACIONI KAPACITET KONTINUALNIH SISTEMA PRI SELEKTIVNOM OTKOPAVANJU UGLJA EXPLOTATIONAL CAPACITY OF CONTINUOUS SYSTEMS BY SELLECTIVE OPENPIT COAL MINING	219
Petrović Branko , Milošević Dragan SANACIJA SPOLJAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA PODBUKOVI-VALJEVO REPAIR OF THE EXTERNAL DUMP OF OPEN PIT MINE PODBUKOVI-VALJEVO ...	232

Puljić Slavko, Puljić Željko, Puljić Ivica STOHAŠTIČKA TEORIJA HOMOGENIZACIJE STOCHASTIC THEORY OF HOMOGENIZATION	238
Radosavljević Slobodan, Lilić Nikola, Cvetić Aleksandar MENADŽMENT RIZIKA U RUDARSTVU, AUDIT PREMA ISO 31000:2009, PROCESNI PRISTUP RISK MANAGEMENT IN MINING, AUDIT BY ISO 31000:2009, PROCESS APPROACH	245
Radošević Branislav, Radošević Bogdan ZNAČAJ STANDARDIZACIJE U GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA THE IMPORTANCE OF STANDARDIZATION IN GEOLOGICAL EXPLORATIONS	254
Savić Dragana, Nikolić Dejan INŽENJERSKOGEOLOŠKI USLOVI DUŽ PROJEKTOVANE TRASE IZMEŠTANJA KORITA REKE GRAČANICE NA POVRŠINSKOM KOPU GRAČANICA GACKO GEOLOGICAL ENGINEERING CONDITIONS ALONG PROJECTED TRAS RELOCATION RIVER GRACANICA BED OF THE OPEN PIT GRACANICA GACKO	260
Savković Snežana ŽIVOTNI VEK RUDARSKE MEHANIZACIJE MINING MACHINERY LIFE CYCLE	268
Simić Vladimir, Živanović Jelena, Beljić Čedomir, Životić Dragana, Radivojević Maša ODRŽIVO UPRAVLJANJE KAMENIM AGREGATIMA - MEĐUNARODNI PROJEKAT SARMA SUSTAINABLE AGGREGATES RESOURCE MANAGEMENT – SARMA INTERNATIONAL PROJECT	280
Stepanović Saša, Jakovljević Ivica, Šubaranović Tomislav ANALIZA MOGUĆNOSTI SLOŽENIH SISTEMA SELEKTIVNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA POVRŠINSKOM KOPU RADLJEVO NALYSIS OF THE POSSIBILITY OF COMPLEX SYSTEMS SELECTIVE EXPLOITATION OF COAL ON OPENPIT RADLJEVO	286
Stepanović Saša, Petrović Branko, Vuković Bojo PRIKAZ PRORAČUNA FAKTORA STABILNOSTI KOSINA POVRŠINKOG KOPA GRAČANICA – GACKU U DELU POLJA C REVIEW OF CALCULATION OF SLOPE STABILITY FACTOR FOR OPENPIT GRACANICA - GACKO IN PART OF FIELD C	297

Stojanović Cvjetko

ANALIZA EFEKTIVNOSTI INVESTICIJA PRIMJENOM MAPI METODE INVESTMENT EFFECTIVITY ANALYSES BY USE OF MAPI METHOD	307
---	-----

Šubaranović Tomislav, Lončar Stevan, Štepanović Saša

POUZDANOST IZBORA BROJA BUNARA ZA VODOSNABDEVANJE TERMoeLEKTRANE STANARI CHOICE RELIABILITY OF DEWATERING WELLS FOR WATER SUPPLY OF THERMAL POWER PLANT STANARI	315
--	-----

Svrzić Zorana

PODSTICAJI I EFEKTI VERTIKALNE INTEGRACIJE U KANALIMA MARKETINGA DIJAMANATA ABETMENT AND THE EFFECTS OF VERTICAL INTEGRATION IN MARKETING CHANNELS OF DIAMONDS	321
---	-----

Tošović Radule

INDIKATORI ODRŽIVOG RAZVOJA EKSTRAKTIVNE INDUSTRIJE EU SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS EU EXTRACTIVE INDUSTRY	325
---	-----

Tošović Radule

EKONOMSKA OCENA PROJEKATA OSNOVNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA MINERALNIH RESURSA ECONOMIC EVALUATION OF BASIC GEOLOGICAL EXPLORATION PROJECT OF MINERAL RESOURCES	336
--	-----

Vučković Marina, Krstić Vesna, Đorđević Snežana

MONITORING UTICAJA EKSPLOATACIJE LIGNITA NA POVRŠINSKOM KOPU POLJE D U KOLUBARSKOM UGLJONOSNOM BASENU NA ŽIVOTNU SREDINU ENVIRONMENTAL MONITORING ON OPEN PIT COAL FIELD D IN KOLUBARA COAL MINES	346
--	-----

Hristov Stojan, Dimitrijević Bojan

A PROBABILITY METHOD FOR DEFINING THE BOUNDARIES OF AN OPENCAST MINE	357
---	-----

Jakovljević Milan, Mitrović Slobodan, Jovičić Ratko

ZAŠTO HOMOGENIZACIJA UGLJA NA POVRŠINSKOM KOPU TAMNAVA-ZAPADNO POLJE WHY COAL HOMOGENISATION AT OPEN PIT MINE TAMNAVA WEST FIELD ..	362
---	-----

Pavlović Vladimir, Kolonja Božo, Ilić Miloje, Milanović Radivoje

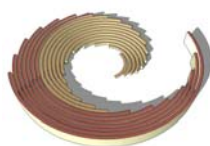
ODRŽIVA STRATEGIJA UPRAVLJANJA MINERALNO-SIROVINSKIM KOMPLEKSOM REPUBLIKE SRBIJE SUISTAINBLE MINERALS POLICY OF REPUBLIC OF SERBIA	370
--	-----

Pavlović Vladimir, Šubaranović Tomislav, Prokić Svetomir	
TEHNIKA, TEHNOLOGIJA IZRADE I MOGUĆNOST PRIMENE TIPOVA EKRANA	
TECHNIC, TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION AND POSSIBILITY	
OF SLURRY WALL APPLICATION	376
Pavlović Vladimir	
RUDARSKI POSAO JE DOBRO PLAĆEN U SVETU	
MINING CAREER PAYS WELL	395

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

PRIKAZ POTENCIJALNIH POVRŠINSKIH KOPOVA U KOSTOLAČKOM UGLJENOM BASENU

REVIEW OF PROSPECTIVE OPENCAST MINES IN KOSTOLAC COAL BASIN

Babović M.¹, Jeftić B.², Ivoš V.³

Apstrakt

U Kostolačkom ugljonom basenu, koji se nalazi u istočnom delu Srbije, do kraja 2008. godine eksploatacija lignita obavljala se na površinskim kopovima Drmno, Ćirikovac i Klenovnik. Od 2009. godine eksploatacija lignita se obavlja samo na površinskom kopu Drmno, dok su površinski kopovi Klenovnik i Ćirikovac u fazi konzervacije ili prestanka rada.

Obzirom da pomenuti površinski kopovi obuhvataju centralni i istočni deo Kostolačkog basena u cilju dokazivanja ugljonočnosti tokom 2009. godine intenzivirana su geološka istraživanja u zapadnom delu Kostolačkog ugljenog basena. Rezultati ovih istraživanja treba da omoguće sagledavanje i strategiju otvaranja novih, potencijalnih površinskih kopova lignita u Kostolačkom basenu.

Abstract

In Kostolac coal-bearing basin, placed in east Serbia, up to the end of the year 2008, lignite mining has been performed on opencast mines Drmno, Ćirikovac and Klenovik. Since 2009, lignite mining is performed only on opencast Drmno, while Klenovik and Ćirikovac are in conservation or closing phase.

¹ Mr Marko Babović, dipl. inž. geol., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija, marko.babovic@eps.rs

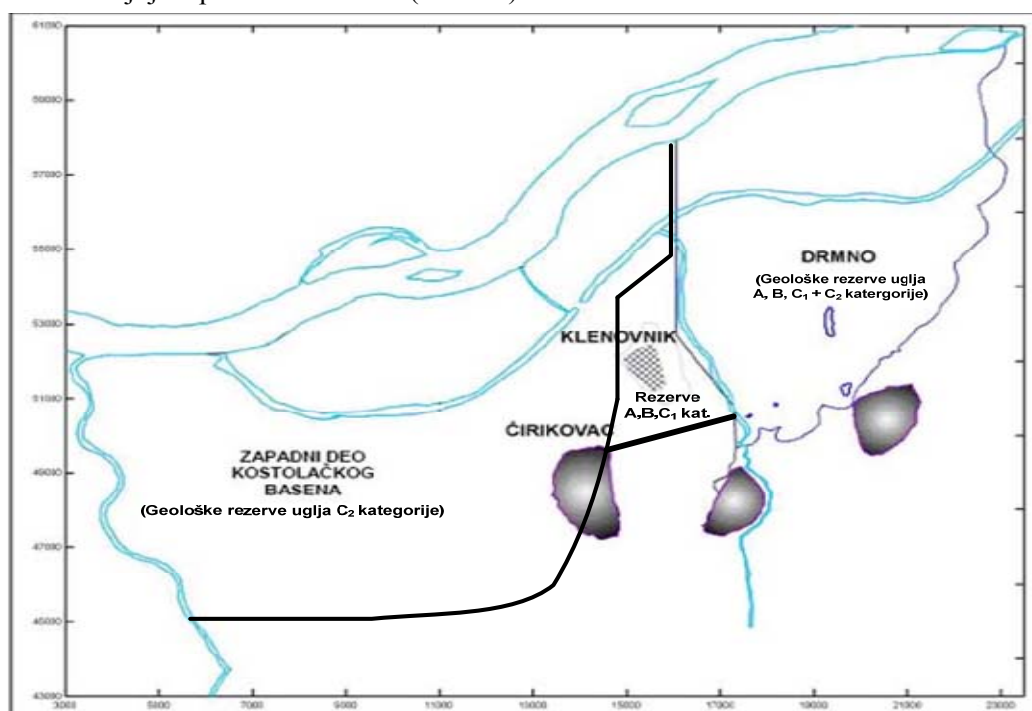
² Branko Jeftić, dipl. inž. rud., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija, branko.jeftic@eps.rs

³ Vladimir Ivoš, dipl. inž. rud., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, Srbija, vladimir.ivos@eps.rs

Considering that, mentioned opencast mines are in the central and eastern part of Kostolac basin, during 2009 geological investigations has been intensified in the western part of Kostolac basin, in order to prove coal-bearing deposit. Results of investigations are supposed to provide review and strategy of opening up new, prospective opencast lignite mines in Kostolac Basin.

1. UVOD

Kostolački ugljeni basen nalazi se na oko 90 km istočno od Beograda i zahvata središnji deo Podunavskog regiona. Basen zahvata površinu od oko 145 km² i podeljen je na četiri ležišta: Drmno, koje zahvata krajnji istočni deo basena, Ćirikovac i Klenovnik koji zahvataju centralni deo Kostolačkog basena, i zapadni deo Kostolačkog basena (Smederevsko Pomoravlje, od Velike Morave od granice sa ležištem Ćirikovac), koje zahvata krajnji zapadni deo basena (Slika 1.).



Slika 1. Položaj ležišta Kostolačkog basena

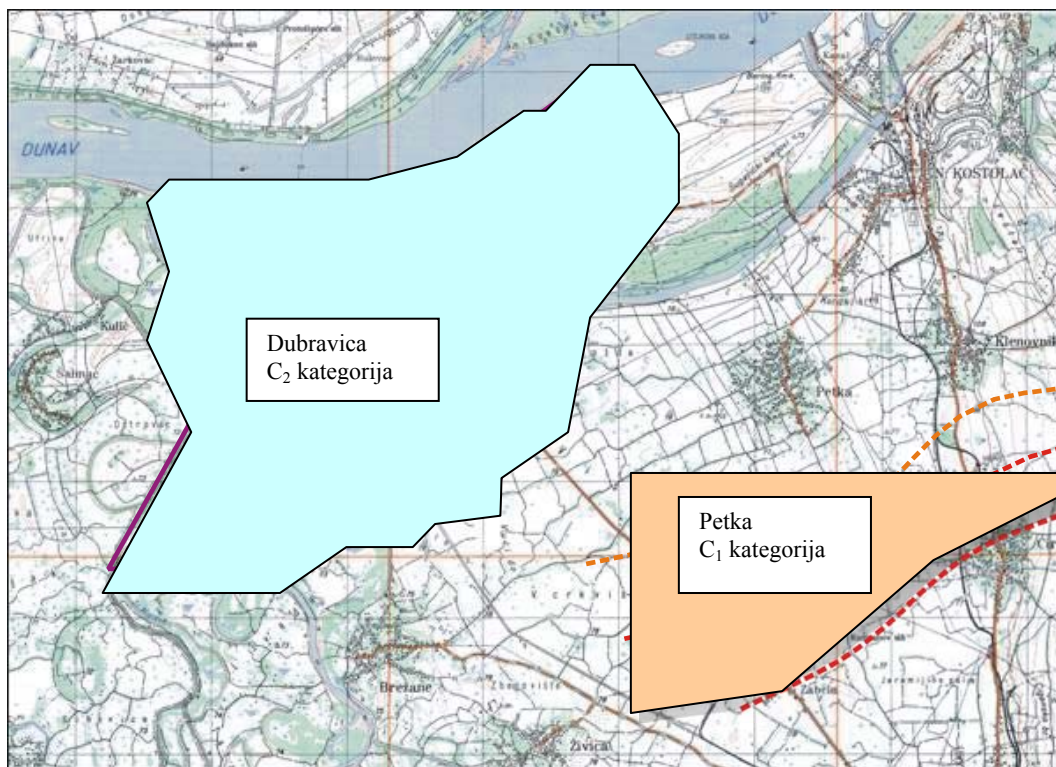
Trenutno je u basenu aktivan samo površinski kop Drmno, čija je proizvodnja uglja tokom 2009. godine povećana sa $6.5 \cdot 10^6$ t na oko $8.6 \cdot 10^6$ t uglja godišnje. Za 2010. godinu je planirano da se otkopa $36 \cdot 10^6$ čm³ otkrivke i $7.5 \cdot 10^6$ t uglja.

2. POTENCIJALNI POVRŠINSKI KOPOVI

Potencijalni površinski kopovi mogu biti otvoreni u zapadnom delu Kostolačkog basena kao i u centralnom delu basena (nastavak eksploatacije ležišta Ćirikovac).

2.1. Prognozne geološke rezere uglja u zapadnom delu Kostolačkog basena

Veliki potencijalno ugljonosni prostor je svakako zapadni deo Kostolačkog basena, koji je do sada istražen na nivou osnovnih geoloških istraživanja. Osnovna geološka istraživanja su se sastojala od istražnog bušenja i pratećih istraživanja i ispitivanja u retkoj mreži 1,000*1,000 m, a mestimično 1,500*1,000 m, po padu i pružanju ugljenih slojeva (nivo geoloških rezervi C_2 kategorije) i istražnog bušenja u mreži 750*750 m sa pratećim geofizičkim istraživanjima na lokalitetu spoljašnjeg odlagališta Petka kojim su potvrđene geološke rezerve C_1 kategorije, kako je prikazano na Slici 2.



Slika 2. Zapadni deo basena sa okonturenim potencijalnim prostorom C_2 i C_1 kategorije

Kako bi se obezbedio stepen istraženosti (utvrđivanje rezervi uglja A i B i C_1 kategorije), koji je po postojećoj zakonskoj regulativi neophodan za izradu Elaborata o rezervama lignita i dalje kao podloga za izradu potrebne rudarsko investicione dokumentacije, potrebno je pogustiti mrežu istražnih radova.

Za deo basena koji je istražen rezervama C₂ kategorije, proračun rezervi uglja C₂ kategorije izvršen je po metodi poligona, koja se u ovom momentu pokazala najprikladnijom jer je istovremeno poslužila i za prognoziranje eksploatacionih rezervi uglja pri rudarsko tehnološkim analizama.

U Tabeli 1. daje se rekapitulacija geoloških rezervi po ugljenim slojevima i zbirno za zapadni deo Kostolačkog ugljenog basena.

Tabela 1. Potencijalne (eksploatacione) rezerve u zapadnom delu basena

Ugljeni sloja	Eksploatacione rezerve (t)
I ugljeni sloj	494,483,400
II ugljeni sloj	185,494,000
III ugljeni sloj	241,169,200
Ukupno	921,146,600

Prikazane potencijalne bilansne (eksploatacione) rezerve uglja u ovom delu basena od oko 921*10 t u ovom momentu se moraju uzeti sa izvesnom rezervom, obzirom da su proračunate na nedovoljno istraženom delu basena, tj. na nivou C₂ kategorije rezervi, a lokalitet spoljašnjeg odlagališta Petka na nivou C₁ kategorije.

Ipak, i pored navedene konstatacije, prikazane potencijalne bilansne (eksploatacione) rezerve uglja u zapadnom delu Kostolačkog basena su značajne i opravdavaju dalja geološka doistraživanja okonturenih rezervi, njihovu prekategoriizaciju i izradu elaborata o rezervama kako bi se dobila adekvatna podloga za dalja rudarska i tehnološka sagledavanja valorizacije ovog značajnog mineralnog resursa.

Analiza ležišta zapadni Kostolac sa aspekta utvrđivanja bilansa (eksploatabilnosti) istog, u celosti ili njegovih određenih delova, obrađena je za dva lokaliteta: Dubravica i Spoljašnje odlagalište Petka. Prema dosadašnjem stepenu istraženosti lokalitet Dubravica je istražen na nivou geoloških rezervi C₂ kategorije, a lokalitet Spoljašnje odlagalište Petka istražen na nivou geoloških rezervi C₁ kategorije.

Lokalitet Dubravica

Prikaz relevantnih parametara ležišta Zapadni Kostolac, lokalitet Dubravica prikazana je u Tabeli 2. U ukupnom obračunu, ponderisanjem se dobija koeficijent otkrivke 3.33, kao sasvim zadovoljavajući kriterijum.

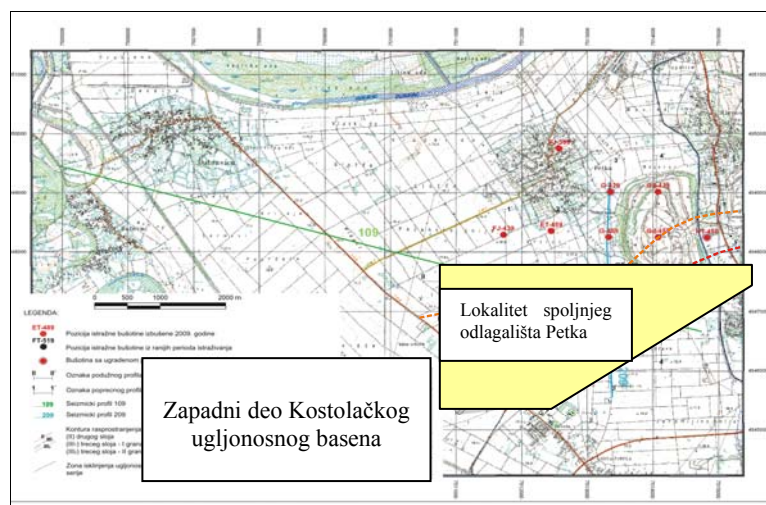
Tabela 2. Parametri ležišta Zapadni Kostolac

Kubatura (10⁶ m³)			Količina uglja (10⁶ t)
Otkrivka	Međuslojna jalovina	Ugalj	
578.7	978.8	405.60	466,4

Na Slici 2. prikazan je prostorni položaj zapadnog dela Kostolačkog basena sa okonturenim eksploabilnim delom basena.

Lokalitet Spoljašnje odlagalište Petka

Na ovom lokalitetu su krajem 2009. godine, na osnovu Projekta geoloških istraživanja zapadnog dela Kostolačkog basena izvršena osnovna geološka istraživanja i potvrđene geološke rezerve uglja C₁ kategorije. Na Slici 3. prikazan je prostor sa potencijalnim eksploatacionim rezervama uglja u II i III ugljenom sloju (Spoljašnje odlagalište Petka).



Slika 3. Potencijalne eksploatacione rezerve lokaliteta Spoljašnje odlagalište Petka

Na Slici 3. je prikazan potencijalan okontureni prostor za površinsku eksploataciju površine oko 5 km² (ukupna površina zapadnog dela Kostolačkog basena koja iznosi oko 70 km²). Trenutno su iz predloga potencijalnog eksploatacionog prostora izuzete geološke rezerve ispod spoljašnjeg odlagališta Petka koje se u ovom momentu smatraju vanbilansnim geološkim rezervama.

Izvedena geološka istraživanja su potvrdila strukturu ugljonosnosti iz centralnog dela basena sa sledećim elementima:

- II ugljeni sloj je prosečne debljine oko 2.5-3 m, prosečnog kvaliteta od oko 7,150 kJ/kg.
- III₁ ugljeni sloj je prosečne debljine oko 5-7 m, prosečnog kvaliteta oko 7,930 kJ/kg.
- III₂ ugljeni sloj čija je prosečna debljina oko 6-8 m, prosečnog su kvaliteta oko 8,000 kJ/kg.

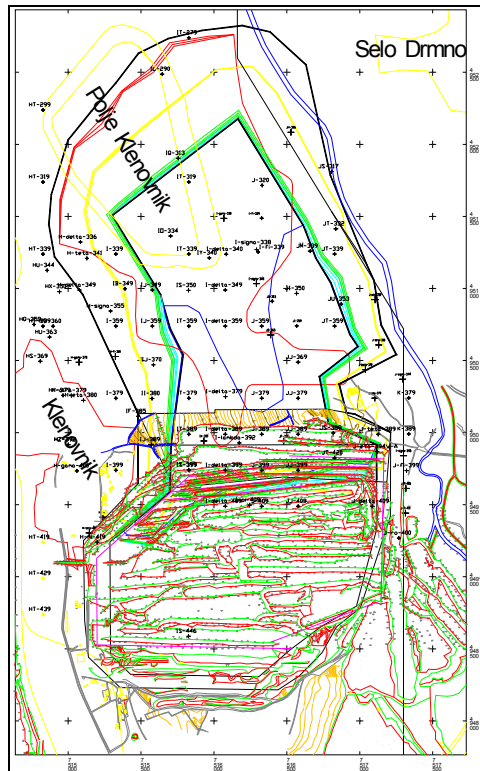
Bilansne geološke rezerve uglja C₁ kategorije na istraživanom lokalitetu iznose 90*10⁶ t. Vanbilansne geološke rezerve uglja uglja C₁ ispod spoljašnjeg odlagališta Petka iznose 50*10⁶ t. Ukupne geološke rezerve uglja C₁ kategorije na istraživanom prostoru spoljašnjeg odlagališta Petka iznose oko 140*10⁶ t.

Treba napomenuti da potencijalno eksploatacioni prostor lokaliteta spoljašnjeg odlagališta Petka (okonturenih oko 5 km²) obuhvata geološke rezerve lignita od oko 90*10⁶ t.

Ležište Ćirikovac

Prostor ležišta Ćirikovac, predstavlja preostali deo ležišta severno od postojećeg površinskog kopa koji je na istoku ograničen rekom Mlavom, na zapadu postojećim naseljima i infrastrukturnim objektima (pruga, put), na jugu površinskim kopom, dok je severna granica veštačka i poklapa se sa granicom bilansnih rezervi C₂ kategorije. Ležište Ćirikovac se karakteriše visokim stepenom istraženosti, rezerve B i C₁ kategorije, u količini od oko 120*10⁶ t uglja. Nastavak ležišta u severnom delu požarevačke grede karakterišu geološke rezerve lignita C₂ kategorije u količini od oko 120*10⁶ t, što znači da ukupne geološke rezerve lignita u požarevačkoj gredi (Centralni deo basena) iznose oko 240*10⁶ t.

Deo ležišta Ćirikovac, severno od postojećeg površinskog kopa analiziran je u četiri varijante mogućeg budućeg razvoja površinske eksploatacije. U ovom radu je prikazana kao najpovoljnija Varijanta IV (Slika 4.). Kontura površinskog kopa u ovoj varijanti dostiže granicu otkopavanja bilansnih rezervi uglja C₁ kategorije.



Vreme eksploatacije površinskog kopa dato je za minimalni ekonomski opravdan kapacitet od $1.7 \cdot 10^6$ t uglja godišnje. Relevantni eksploatacioni pokazatelji varijanti dati su u Tabeli 3.

Tabela 3. Relevantni eksploatacioni pokazatelji

Vek ekspl. (god)	Ugalj		Jalovina (m ³)	Srednji koef. otkrivke K _s	DTE (kJ/kg)	Pepeo (%)	Vlaga (%)	Gama (t/m ³)
	(m ³)	(t)						
18	23661375	28570804	130503969	4.57	9820	18.56	38.40	1.21
22	28517450	3460071	162257362	4.71	9948	18.67	37.84	1.21
34	45275200	54998874	325742660	5.92	9922	18.48	38.46	1.22
52	70895025	85833959	571987140	6.66	9298	19.08	39.37	1.21

Preliminarna analiza po varijantama ukazuje na realnu mogućnost daljeg razvoja površinskog kopa Ćirikovac u pravcu severa.

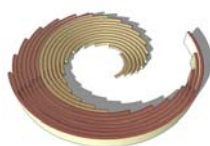
3. ZAKLJUČAK

Analizom ugljivosti centralnog i zapadnog dela Kostolačkog basena identifikovani su delovi basena u kojima je moguće realizovati površinsku eksploataciju uglja. Potencijalno eksploatacione rezerve lignita pretpostavljaju moguću eksploataciju lignita i otvaranje novih površinskih kopova lignita za postojeće ali i izgradnju novih termoelektričnih kapaciteta u ovom basenu. Treba napomenuti da je prikazana ugljivost ovog dela Kostolačkog basena na niskom stepenu geološke istraženosti. Pored neophodnih aktivnosti na doistraživanju ovog dela basena pri izradi sledeće rudarsko tehničke i investicione dokumentacije za otvaranje novih površinskih kopova pažnja mora da se usmeri i na analizu ostalih ograničavajućih faktora, pre svega na:

- prirodnih uslova, predstavljenih velikim stepenom ovodnjenosti basena kao posledica prostornog položaja reka Velike Morave i Dunava i hidrogeološkog sklopa basena,
- kao i društvenog faktora, predstavljenog stepenom naseljenosti ugljivog prostora.

Literatura

1. Fondovska dokumentacija Elektroprivrede Srbije



**MODEL ORGANIZOVANJA PROCESA REVITALIZACIJE
MAŠINSKE I ELEKTRO OPREME NA KONTINUALNIM
SISTEMIMA POVRŠINSKOG KOPA GRAČANICA GACKO**

**MODEL OF ORGANIZING PROCESSES OF MECHANICAL
AND ELECTRICAL EQUIPEMENT REVITALIZATION
ON CONTINOUS SYSTEMS IN OPEN PIT MINE
GRACANICA GACKO**

Daničić D.¹, Kovačev S.², Pantelić M.³

Apstrakt

Površinski kop Gračanica-Gacko, ulazi u završnu fazu eksploatacije. Prema utvrđenim rezervama i godišnjem kapacitetu od 2.18 Mt, vek eksploatacije površinskog kopa je do kraja 2010. godine. U okviru pripreme za preseljenje opreme na novoprojektovani površinski kop Polje C, istaknuta je potreba da se oprema za kontinualnu eksploataciju revitalizuje i na taj način osposobi ne samo za pouzdan rad u uslovima novog kopa, gde dolazi do povećanja otpora rezanja, već i za postizanje kapaciteta koji zadovoljava prema Dopunskom rudarskom projektu. Izvršena je defektaža opreme i predložen je model organizovanja procesa revitalizacije kao kompleksnog skupa aktivnosti.

Abstract

Open pit mine Gracanica in Gacko, comes in to final phase of exploitation. According to determined reserves and annual capacity of 2.18 Mt, expecting time of exploitation is by the end of 2010.

¹ dr Darko Daničić, dipl. inž., Kolubara Metal d.o.o., Vreoci

² Sava Kovačev, dipl. inž., Kolubara Metal d.o.o., Vreoci

³ Milorad Pantelić, dipl. inž., Kolubara Metal d.o.o., Vreoci

In scope of preparation for transfer of equipment to the newly projected open pit mine Field C, highlighted the need for revitalization of equipment for the continuous exploitation, for purpose to enable the equipment for reliable work in new open pit mine working conditions and for achievement of desirable capacity according to additional mining project. Examination of equipment was performed and suggested the model of organization of revitalization process as complex set of activities.

1. UVOD

Proces revitalizacije je kompleksan proces koji nije precizno definisan ni po obimu, ni po strukturi, niti su jasno definisane granice ovog procesa, naročito u odnosu na veće godišnje opravke. Složenost ovog procesa dolazi od složene strukture samog sistema kontinualnog otkopa (rotorni bager, samohodna traka, transporter sa trakom, odlagač), koji se sastoji iz određenog broja grupa gradnji, mašinske, elektro i druge opreme. Svaki ovaj deo može imati i neki svoj posebni vek, tako da dijagrami radnog veka svake pojedine celine imaju različite krive.

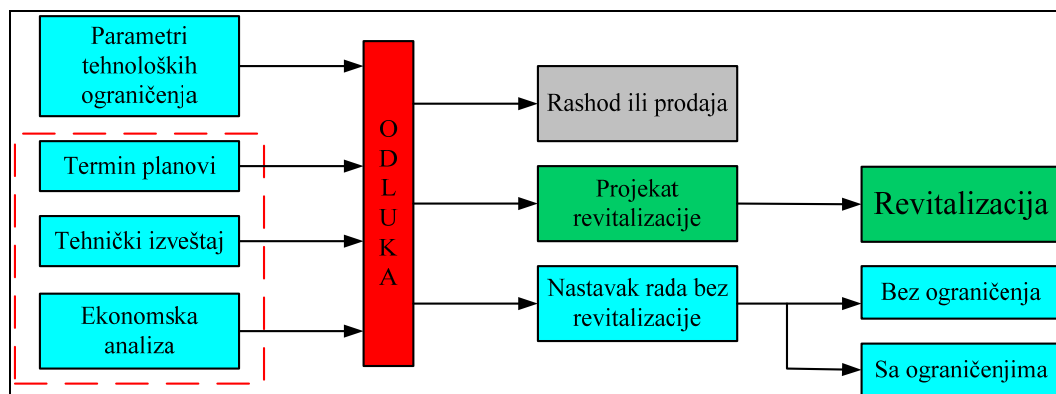
Međutim, s obzirom na trenutne pokazatelje u radu - vremenski i kapacitativni koeficijent, na materijal koji treba da bude otkopan na Polju C, naročito u drugom delu kopa, postaje neizbežno da se oprema koja radi na površinskom kopu Gračanica - Gacko, dovede u nivo koji će zadovoljiti Dopunskim rudarskim projektom predviđenu ulogu. Ono što treba posebno istaći je, da svaka nabavka nove opreme iziskuje duge periode do puštanja u rad (izrada tenderske dokumentacije, tenderi, evoulacioni period, izbor najboljeg ponuđača, ugovor, projektovanje, fabrikacija, montaža i puštanje u rad). Prema dosadašnjim iskustvima to je period od nekoliko godina, koji, s obzirom na postojeću količinu uglja na sadašnjem površinskom kopu Gračanica-Gacko, rudnik nema.

Iskustva u Evropi, takođe pokazuju, da je period kada se vrši preseljenje najbolji momenat za revitalizaciju opreme, naravno u onoj meri u kojoj se na nju računa u narednom periodu.

Bitan preduslov da se pristupi revitalizaciji su i rokovi za izvođenje. Prema uvidu opreme na licu mesta, može se reći da se jedan sistem (bager, samohodni transporter, transporter transporter sa trakom, odlagač) može revitalizovati za 6 meseci uz dobru pripremu pre početka radova i zaustavljanja sistema (naručivanje gotove robe u većoj meri, nabavka ostalih materijala).

2. REVITALIZACIJA I CILJEVI REVITALIZACIJE

Revitalizacija je proces ili skup tehničkih zahvata na mašini kojim se vrši zamena svih dotrajalih ili oštećenih delova metalne konstrukcije i njihova zamena, kao i modernizacija (koja danas predstavlja sastavni deo revitalizacije) zastarele elektro-mašinske opreme. Da bi se pristupilo revitalizaciji potrebno je prethodno oceniti ekonomske i tehničke parametre za datu opremu, kao što je prikazano na Slici 1. [1].



Slika 1. Parametri za odluku o revitalizaciji

Procesom revitalizacije vrši se zamena ili opravka neispravnih elemenata i sagledaju se svi nedostaci koji su se u manjoj ili većoj meri ispoljavali u prethodnoj eksploataciji bagera, a nakon revitalizacije raspolagalo bi se saznanjem kakvom mašinom raspoložemo u narednom periodu, tj. znatno objektivnije bi se sagledala radna sposobnost mašine za naredni period eksploatacije [2].

Revitalizacija sasvim sigurno nije (niti je deo) redovnog godišnjeg ili dnevnog održavanja. Manfred Matz [3] sugerše da je revitalizacija (u ovom slučaju bagera) održavanje onih veličina koje su značajne za mašinu kao celinu. Ovo može biti ili pojedinačna veličina ili set veličina koje se odnose na sledeće oblasti:

- otklanjanje defekta/oštećenja,
- produžavanje radnog veka,
- poboljšanje performansi,
- poboljšanje ekonomske efikasnosti,
- prevencija rizika,
- poboljšanje ergonomskih uslova,
- prilagođavanje radnim uslovima,
- prilagođavanje socijalnim standardima,
- prilagođavanje zakonskoj regulativi,
- poboljšanje mogućnosti.

Dakle, revitalizacija treba da obezbedi odvijanje sigurne, stabilne i ekonomične eksploatacije uz:

- Minimiziranje troškova zbog zastoja u radu usled neplaniranih kvarova na opremi.
- Produžavanje životnog veka postojeće opreme i samim tim smanjenje troškova proizvodnje.
- Smanjenje troškova rada i materijala u proizvodnji koji nastaju usled povećanih kvarova i zastoja u procesu rada.

3. STANJE OSNOVNE OPREME

Osnovna oprema kontinualne eksploatacije se sastoji iz rotornih bagera, samohodnih transportera i odlagača, koji su dati u Tabeli 1.

Tabela 1. Osnovna oprema

Tip opreme	Raspoloživ od	Nova / Postojeća
Rotorni bager ER 1250-1 (I BTO sistem)	01.10.2011.	Postojeći
Rotorni bager ER 1250-2 (I BTO sistem)	01.12.2012.	Postojeći
Rotorni bager ER 1250-3 (II BTO sistem)	01.05.2012.	Postojeći
Samohodni transporter BRs 1200	1978.	Postojeći
Samohodni transporter P 1600 - 1	1978.	Postojeći
Samohodni transporter P 1600 - 2	1978.	Postojeći
Odlagač OŠ 1600	1978.	Postojeći
Odlagač ARs1200	1978.	Postojeći



Slika 2. Rotorni bager ER 1250-1

Ekipa Kolubare Metal je izvršila defektažu kompletnog sistema za kontinualno otkopavanje i sastavila detaljan izveštaj koji može da posluži kao osnova za odluku o stepenu revitalizacije (Slika 1.).

Na nosećoj čeličnoj konstrukciji rotornih bagera nisu uočene deformacije i prskotine koje su posledica prekoračenja nosivosti ili lokalnog gubitka stabilnosti od opterećenja. Isto tako nema uočenih prskotina na spojevima pojedinih pozicija. Pojedinačne lokalne deformacije, prema obliku i lokaciji, predstavljaju posledice lokalnih udara u toku rada. Postoje znatna lokalna oštećenja od korozije koja se moraju sanirati.

Međutim, zbog ulaska u tvrde slojeve materijala, stanje rotora je nezadovoljavajuće i u ovom trenutku ne omogućava ostvarenje traženog godišnjeg kapaciteta. Potrebno je, u najmanju ruku, uraditi nove rotore bagera po istoj dokumentaciji, od kvalitetnih materijala ili izvršiti modifikaciju reznih elemenata u skladu sa otporima kopanju na Polju C.

Prilikom pregleda mašinske opreme na bagerima nisu uočena neka veća oštećenja i poremećaji u radu, te se može izvesti opšti zaključak da je mašinska oprema u funkciji. Ono što se moglo primetiti je sledeće:

- Curenje ulja na sastavnim površinama kutija i mestima zaptivki kod pojedinih reduktora.
- Na pojedinim agregatima uočena je manja rascentriranost reduktora i elektromotora.
- Prenos obrtnog momenta sa agregata na pogonske bubnjeve ostvaruje se krutom vezom - klinom što otežava centriranje sklopa i dovodi do bržeg stradanja ležajeva.
- Pojava pukotina na čeličnoj konstrukciji rotora i to u centralnom delu.
- Neregularnost sklopa osovina-rotor (aksijalni zazor usled nedovršene montaže iznosi 4 cm), i vidno radijalno i aksijalno bacanje rotora, kao i zazor u odnosu na stator.
- Pohabanost kako osnovne konstrukcije kašika, tako i reznih elemenata (džepova, noževa i zuba).
- Zazor na uškama rotora i kašika i veznih elemenata (čauze, zavrtnji i podloške).
- Zazor na vezama nosača transporta (fremova) i nosećih kolica.
- Habanje elemenata za transport (noseći trkači, zatezni i pogonski točkovi, potporni trkači itd).
- Labavost papuča i njihovih međusobnih veznih elemenata.
- Pohabanost elemenata svih kočionih mehanizama.
- Pokrivljenost svih zaštitnih limova na transportu.
- Vidljivo habanje na sklopu dvoredog kružnog venca rolni.
- Habanje profila svih užetnjača u sistemu dizanja radnog mosta, kao i sistemu dizanja istovarne katarke.
- Pohabanost ozubljenog venca i izlaznih zupčanika od reduktora kružnog kretanja bagera.
- Pojava prevelikog trošenja ozubljenog venca i malog zupčanika mehanizma za dizanje strele rotora.
- Neispravnost mehanizma (nedostaje uže) na mehanizmu za uvlačenje užadi.
- Pohabanost svih kliznih (šlajf) šina, kako na rotoru tako i u svim bunkerima.
- Labavost elemenata u sistemu uvoznika VN kabla.
- Velika istrošenost limova kabine bageriste usled korozije (posebno u donjem pojasu).

Elektro oprema: najnepouzdanije tačke sistema su upravljanje, oprema u SN i VN ormanima, graničnici i davači, kablovi i pogon okreta gornje gradnje bagera. Svoju funkciju ne zadovoljava pogon rotora, a oseća se potreba za boljom regulacijom pogona transporta i dizanja strele rotora.



Slika 3. Dodata ojačanja na konstrukciji



Slika 4. Nedostajući štap u konstrukciji



*Slika 5. Odlagač BRs 1200*29/32*

Na nosećoj čeličnoj konstrukciji odlagača nema vidnih deformacija koje bi ugrožavale stabilnost sprave, te stoga nije potrebno preduzimati i planirati obimne radove na sanaciji konstrukcije.

Na nosećoj konstrukciji gornje gradnje uočljiva je vremenska degradacija antikorozijske zaštite - ispošćenost. Na pojedinim ugroženim mestima džepovima koji su gotovo stalno zapunjeni materijalom, uočena je degradacija nešto većeg stepena.

Prilikom pregleda mašinske opreme na spravi nisu uočena neka veća oštećenja i poremećaji u radu, te se može izvesti opšti zaključak da je mašinska oprema u funkciji i zadovoljavajućem stanju. Ono što se moglo primetiti je sledeće:

- Curenje ulja na sastavnim površinama kutija i mestima zaptivki kod pojedinih reduktora.
- Na pojedinim agregatima uočena je manja rascentriranost reduktora i elektromotora.
- Prenos obrtnog momenta sa agregata na pogonske bubnjeve ostvaruje se krutom vezom - klinom što otežava centriranje sklopa i dovodi do bržeg stradanja ležajeva.

- Zazor na vezama nosača transporta (fremova) i nosećih kolica.
- Habanje elemenata za transport (noseći trkači, zatezni točkovi, pogonski točkovi, potporni trkači, itd).
- Labavost papuča i njihovih međusobnih veznih elemenata.
- Pohabanost elemenata svih kočionih mehanizama.

Uočene su pojedinačne lokalne deformacije na nosećoj i sekundarnoj čeličnoj konstrukciji, koje su prema obliku i lokaciji posledica lokalnih udara u toku rada, što se može sanirati u okviru godišnjeg investicionog održavanja.

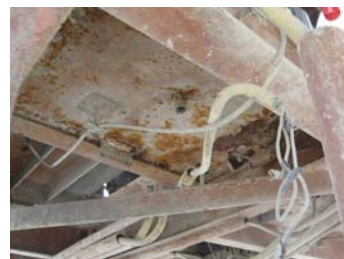
Prilikom pregleda mašinske opreme na spravi nisu uočena neka veća oštećenja i poremećaji u radu, te se može izvesti opšti zaključak da je mašinska oprema u funkciji i zadovoljavajućem stanju. Ono što se moglo primetiti je sledeće:

- Bežanje trake. Ne postoje usmeravajući slogovi.
- Curenje ulja na sastavnim površinama kutija i mestima zaptivki kod pojedinih reduktora.
- Na pojedinim agregatima uočena je manja rascentriranost reduktora i elektromotora.
- Prenos obrtnog momenta sa agregata na pogonske bubnjeve ostvaruje se krutom vezom - klinom što otežava centriranje sklopa i dovodi do bržeg stradanja ležajeva.

Stanje opreme je u ovom trenutku takvo da u većoj meri zadovoljava zahteve proizvodnje. Ono što su nedostaci, to je da se ne ostvaruje u potpunosti traženi kapacitet (zbog povećanog otpora kopanja), da će nakon preseljenja ovaj faktor neusaglašenosti doći još više do izražaja, da je iskop nedovoljno efikasan i da je održavanje skupo.



Slika 6. Curenje ulja kod pojedinih reduktora



Slika 7. Degradacija antikorozivne zaštite

4. MODEL ORGANIZOVANJA PROCESA REVITALIZACIJE

Da bi se na uspešan način prišlo procesu revitalizacije rudarske opreme potrebno je izvršiti sledeće aktivnosti:

- Izrada programa za revitalizaciju sa formiranjem baze podataka (prikupljanje raspoložive dokumentacije: proizvođačke - radionička, atestna, uputstva, itd; eksploatacione - tehnološke šeme rada, pregledi dosadašnjih oštećenja, havarija, izveštaji o izvršenim ispitivanjima, registar kvarova i dr), i formiranje baze podataka;
- Utvrđivanje tehničkog stanja (defektaže) mašine i opreme, (pregled i defektaža čelične konstrukcije, mašinske i elektropreme - ispitivanja kojima se utvrđuje stanje napona, dinamika i oscilacije u nosećoj konstrukciji, kao i pregledi kojima se utvrđuju posledice na konstrukciji izazvane različitim uzrocima) koji čini Elaborat o revitalizaciji;
- Formiranje inženjering tima za vođenje procesa;
- Priprema i izvođenje tendera za nabavku materijala i usluga;
- Oправка ili zamena oštećenih, dotrajalih ili zamorenih delova. Sastavni deo ove faze je i modernizacija opreme [4];
- Funkcionalne probe, kontrola i prijem opreme, kao što je prikazano na Slici 8. [5].

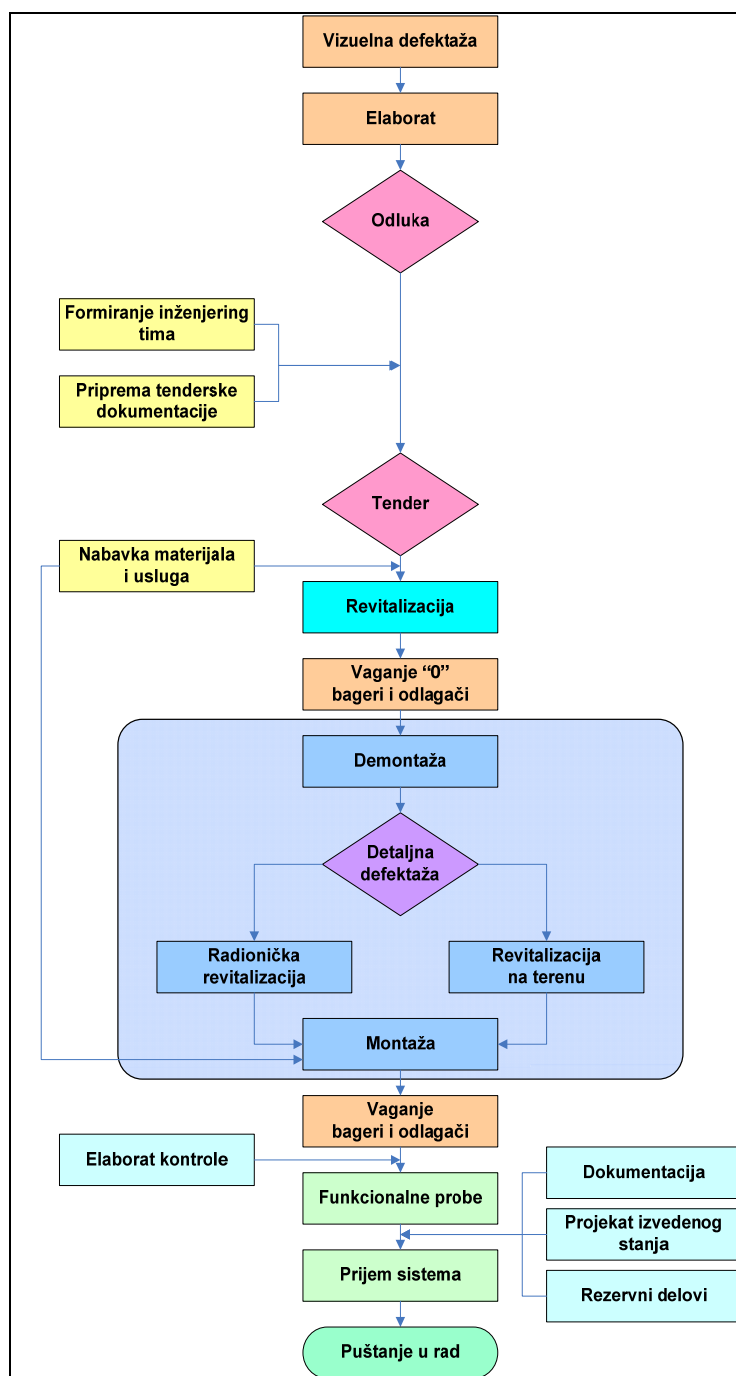
5. ZAKLJUČAK

Na osnovu obima izvršene defektaže, može se videti da je izvršen nekompletan uvid u stanje opreme, jer nisu vršena merenja već samo vizuelna defektaža u meri u kojoj je to moguće dok sistemi rade. Zato je obim revitalizacije procenjen na osnovu sličnih iskustava koje Kolubara Metal ima u revitalizaciji slične opreme.

Procenjeno je da revitalizacija transportera i odlagača bude obavljena u većem stepenu jer se planira dugogodišnji rad, a da rotorni bageri budu revitalizovani samo u meri u kojoj bi obezbedili nesmetan rad tokom sledećih 5-7 godina do kad treba da bude odlučeno da li se materijal u tim serijama može efikasno iskopavati rotornim bagerom ili će biti primenjena neka druga tehnika. Ono što je bitno uočeno je stanje rotora, koji bi trebalo da budu novo napravljeni, jer postojeći ne zadovoljavaju ni po pitanju kvaliteta materijala, ni po pitanju geometrije.

Takođe preporučena je zamena svih elektro uređaja koji više ne mogu da se nađu na tržištu i za koje nema rezervnih delova.

Revitalizacija, kao što je već rečeno, je veoma kompleksan postupak koji zahteva, u zavisnosti od obima revitalizacije, određeno vreme. Samim tim, u tom vremenu sistem koji se revitalizuje nije u proizvodnji. Zbog toga je vreme trajanja revitalizacije jedan od najbitnijih faktora.

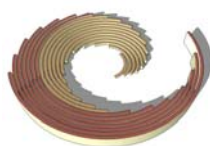


Slika 8. Predlog organizacije procesa revitalizacije

Ono će biti najkraće i sa najmanjim gubicima ako se primeni pravilan model i ispoštuju sve tražene procedure, posebno one koje se odnose na pripremu revitalizacije, a koje često izgledaju minorne u odnosu na samo izvođenje. Međutim, iskustvo je pokazalo da u složenim okolnostima nabavke materijala i usluga, uslova za izvođenje, jedino dobra priprema i organizacija obezbeđuju uspešno izvođenje revitalizacije rudarskih sistema kakvi su na površinskom kopu Gračanica-Gacko.

Literatura

1. Daničić D., (2004), *Metodologija ispitivanja konstrukcije bagera u cilju utvrđivanja stanja za njihovu revitalizaciju*, magistarska teza, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
2. Ignjatović D., Maneski T., Laković D., Daničić D., (2003), *Revitalizacija kapitalne mašinske opreme na površinskim kopovima Srbije, Mineralno siroviniski kompleks Srbije i Crne Gore na razmeđu dva milenijuma*, Monografija, Beograd
3. Matz M., *Refurbishment of opencast mine equipment*, Theoretical Discourse and Case Studies.
4. Daničić D., Ivković S., Ignjatović D., (2003), *Primena dijagnostike na površinskim kopovima uglja u Srbiji*, Tehnička dijagnostika, Naučno stručni časopis broj 4
5. Kolubara Metal, (2010), *Elaborat revitalizacije mašinske i elektro opreme na kontualnim sistemima površinskog kopa Gračanica, Gacko, Vreoci*



SISTEMI ZAŠTITE PJS OD POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA U RUDNIKU SUVODOL

PROTECTION SYSTEM (PJS) FROM GROUND AND SURFACE WATERS IN THE MINE SUVODOL

Georgievski B.¹, Dambov R.²

Apstrakt

Podinskata jaglenova serija koja e vo ramkite na rudnikot Suvodol, e vo faza na otvaranje, pa od tuka i rešenijata za izbor na soodveten sistem za odvodnuvanje se podeleni vo dve fazi i toa: Sistemi za odvodnuvanje vo fazata na otvaranje na PJS i sistemi za odvodnuvanje vo fazata na eksploatacija.

Bidejki zaštitata od podzemni i površinski vodi na usecite na otvaranje, a i podocna na samite rabotnite etaži, e sostaven del na rudarskata tehnologija, site rešenija se vo soglasnost so predvidenata tehnologija na eksploatacija na jaglenot od PJS. So ogled na značenjeto na fazata na predodvodnuvanjeto i odvodnuvanjeto za vreme na otvaranjeto i eksploatacijata na PJS, neminovno se nametnuva i sproveduvanje na informaciski sistem za monitoring. Toa poteknuva od tamu što informatikata vo procesot na površinskata eksploatacija se poveќе ne obvrzuva vo toj plan na celokupnata tehnika i tehnologija da se daje prioritarno značenje.

Abstract

PJS coal series that is part of mine Suvodol and this under layers are in the process of opening, design and hence decisions on selection of appropriate drainage system. This system divided into two phases: drainage systems in the phase of opening of PJS and systems drainage in the phase of exploitation.

¹ mr Blagoja Georgievski, REK Bitola, Rudnik Suvodol, R. Makedonija

² Prof. dr Risto Dambov, UGD-FPTN, Štip, R. Makedonija, dambov2004@yahoo.com

Because the protection of groundwater and surface waters benches opening, and later working at the very floor is an integral part of mining technology, all decisions are in line with the technology of extraction of coal from PJS. Given the importance of stage during the opening and the exploitation of PJS, inevitably imposes the implementation of information system for monitoring. It originates from there the information in the process of surface exploratation is no longer committed to that plan the whole equipment and technology to be given priority.

1. VOVED

Najčest problem koj se javuva pri eksploatacijata na mineralni sirovini so površinska tehnologija na eksploatacija, e zaštitata od podzemni i površinski vodi. Ponekogaš vlijanieto na vodite od vakva priroda dominira so svoeto značenje vo tehnološkiot proces do taa merka što može da go zagrozi i samiot tehnološki proces.

Glaven uslov za bezbedna rabota vo kontinuiranata i diskontinuiranata tehnologija na površinska eksploatacija e eliminiranje na negativnite vlijanja od prirodata. Tuka pred se spaća zaštitata od vodite, koi možat da dovedat do narušuvanje na tehnološkiot proces vo smisla na stabilnost na rabotnite kosini i bezbedni rabotni planumi od dotok na vodi.

Napregnatata sostojba vo vodonosnite sloevi pod dejstvo na hidrostatičkite i hidrodinamičkite sili, ja smaluva silata na kohezija i vlijae na stepenot na stabilnost na kosinite. Pri toa najnepovolni uslovi se stvaraat koga nivoto na podzemni vodi e na visina od edna tretina od visinata na vodonosniot sloj. Tokmu od tuka proizleguva potrebata od izработка na hidrotehnički objekti koi ke go namalat nivoto na podzemnite vodi, so što ke se obezbedat stabilni rabotni kosini na rudnikot PJS.

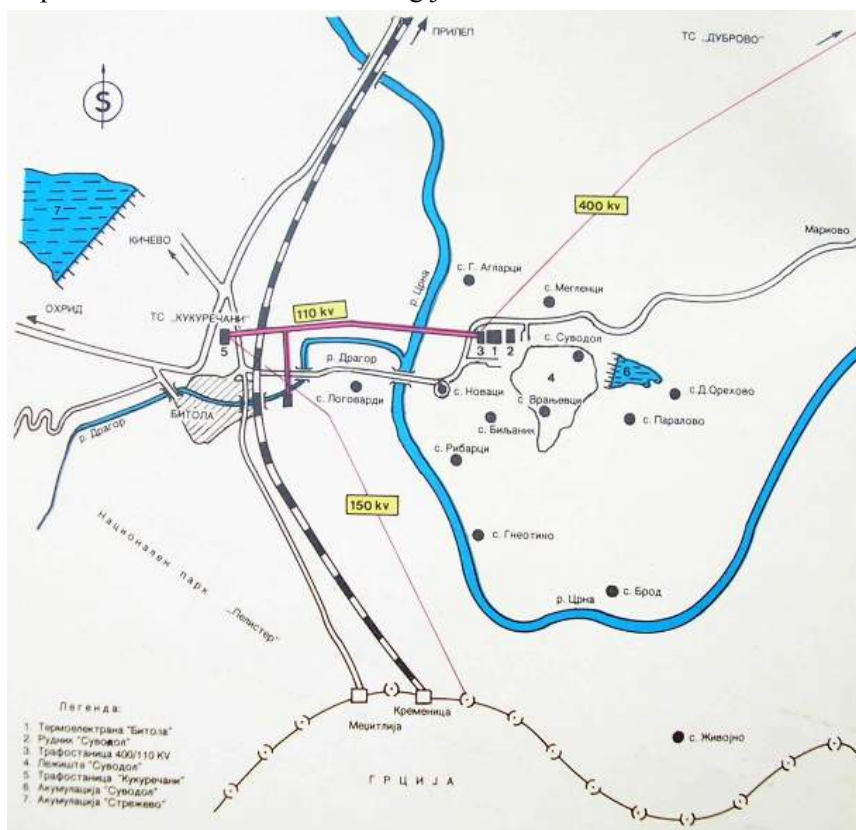
Rudnikot za jaglen Podinska Jaglenova Serija - (PJS), vo ramkite na rudnikot Suvodol, koj e vo faza na otvaranje, po svojot karakter e so specifični geološki, hidrogeološki i geomorfološki karakteristiki. Planiranite rudarski raboti će se odvivaat vo prirodno i veštački sozdata sredina:

- Prirodnata sredina ja predstavuvaat avtohtonite ezerski sedimenti (glini, pesoci i jaglen);
- Veštačkata sredina ja pretstavuvaat antropogenite tvorevini nastanati so rabotata na rudnikot Suvodol (vnatrešnoto odlagalište).

Zaštitata na PJS od površinski i podzemni vodi, so ogled na toa što sega stanuva zbor za specifičniot karakter na rudnikot, e isto taka specifična. Dlabočinata na rudnikot, otvorenata depresija veće napravena so eksploatacijata na jaglenot od GJS na rudnikot Suvodol i golemata slivna površina, pravat priodot kon odvodnuvanjeto na rudnikot, da bide so posebno vnimanie i dobro prevzemeni predaktivnosti od aspekt na odvodnuvanjeto.

Naofališteto Podinska jaglenova serija (PJS) kako podlabok del od ležišteto Suvodol se naoča na okolu 15 km istočno od Bitola, vo atarite na selata Suvodol, Vranjevci, Biljanik i Aglarci. Na Slika 1. dadena e pregledna karta za lokacijata na ležišteto PJS.

Vo rudnikot Suvodol, a so toa i vo PJS se vrši i ќе se vrši kontinuirano otkopuvanje na jaglen zaradi obezbeduvanje na termoelektranite na REK Bitola so jaglen za nesmetano proizvodstvo na električna energija.



Slika 1. Pregledna karta na rudnikot so komunikaciski i infrastrukturni objekti

2. ZAŠTITA NA PODINSKATA JAGLENOVA SERIJA OD POVRŠINSKI I PODZEMNI VODI

Podinskata jaglenova serija se otvara od podinata na postojniot rudnik Suvodol. Frontot na rabotite napreduva od jug kon sever, odnosno sprotivno na napreduvanjeto na frontot na rabotite na postojaniot rudnik.

Zaštitata na podinskata jaglenova serija od podzemni vodi i površinski vodi podelena e na dve fazi:

- Zaštita od podzemni i površinski vodi vo faza na otvaranje;
- Zaštita od podzemni i površinski vodi vo faza na eksploatacija.

2.1. Zaštita na PJS od podzemni i površinski vodi vo fazata na otvaranje

Rudarskite raboti vo faza na otvaranje na PJS, se vršat vo krovinskiot kompleks i jaglenot. Na ovie raboti vlijae krovinskata izdan formirana vo prašinešite pesoci so heterogena granulacija i sočiva so sinozrnosti do krupnozrnosti pesoci. Generalniot pad na kompleksot e od jug prema sever soglasno generalniot pad na jaglenovata serija.

Ovoj kompleks isklinuva prema jug vo zonata na profilskata linija 70, a debelinata se zgolemuva prema sever. Debelinata na kompleksot se zgolemuva i do 70 m prema sinklinalniot del na ležišteto vo zonata na profilite 47 i 62, kade podinata na kompleksot hipsometrijski najnižok. Za izработка na usekot, potrebno e da se sniži piezometarskoto nivo na najniškata točka od usekot, okolu kota 515 m, odnosno okolu 45-65 m.

Edinstven racionalen način za odvodnuvanje vo hidrogeološka smisla na sedimentite vo krovinskiot kompleks i smaluvanjeto na piezometriskiot pritisok vo podlabokite sedimenti e izработkata na drenažni bunari.

Debelinata na krovinskiot kompleks i heterogeniost sostav na sedimentite, nametnuva potreba od liniska niza na bunari paralelno so usekot na otvaranje.

Racionalnoto rastojanie na bunarite vo nizot (40-80 m), ovozmožuva da se postigne stabilnost na rabotnite kosini i smali prilivot na vodi vo usekot.

Vo zonata na izработка na usekot, se naofa del od krovinskata izdan koja isklinuva na jugozapad i jug. Krovinskie sedimenti, pretstaveni so pesoci, prašini i glini, se heterogeni vo horizontalen i vertikalni pravac.

2.2. Zaštita na PJS od podzemni i površinski vodi vo fazata na eksploatacija

Fazata na eksploatacija na PJS podrazbira otkopuvanje na otkrivka i otkopuvanje na jaglen.

Otkopuvanjeto na jalovinata ke se vrši na dva prostori. Prvot prostor e pomeđu profilskite linii 72-72' na jug i 48-48' na sever. Se otkopuva glinovito-prašinešta-peskovita krovinska serija, kade se naofa del od krovinskata izdan koja isklinuva na jugozapad i jug. Drugiot prostor se naofa pomeđu profilskite linii 42-42' na jug i 20-20' na sever. Vo ovoj prostor se naofaat masite od vnatrešnoto odlagalište na 0-BTO sistem od Suvodol.

Otkopuvanjeto na jaglenovata serija ke se vrši pomeđu profilskite linii 72-72' na jug i 60-60' na sever. So rudarskite raboti ke se zafatat glinovito-prašinešta-peskovita krovinska serija i podinskata jaglenovata serija.

Vo ograničeniot prostor na PJS se naofa del od krovinskiot (K), mešuslojniot (M₁) i mešuslojniot (M₂) izdan, a podinata na eden del se naofa na krovinata na podinskata izdan (P).

3. UPRAVUVANJE NA SISTEMITE ZA ODVODNUVANJE VO PJS SO IMPLEMENTIRANJE NA INFORMACISKI SISTEM ZA MONITORING

Poznavanje i koristenjeto na sovremena rudarska tehnologija davaat nov impuls kon zgolemuvanjeto na tehnološkata produktivnost. Vistinska možnost vo realizacijata na razvojnite planovi vo tehnološkiot proces dava tokmu informatičkata tehnologija.

Startna osnova za koristenje na informatičkata tehnologija vo sekoj tehnološki proces, pa i vo sisteme za odvodnuvanje e kvalitetnata baza na podatoci. Vo rudnicite so površinska eksploatacija neophodna e baza na podatoci na ležišteto (geologija, hidrogeologija, geodezija, geomehanika i dr.), za opremata (bageri, kamioni, transporteri, pomošna oprema, bunarski sistemi, piezometri, pumpni stanici i t.n.). Ovaa baza na podatoci mora da se napravi soglasno so baranjata na informatičkata tehnologija i še mora neprekinato i vo kontinuitet da se nadopolnuva, odnosno nadgraduva.

Osven bazata na podatoci, postojano treba da se prati i ponudata, odnosno trendot na dviženje na razvojot na profesionalnite softverski paketi od rudarstvoto i geologijata kako što se: GEMCOM so podsoftverite PC-QPLOR (baza podatoci za ležišteto), GEOMODEL (interpretacija na geologijata na ležišteto), PC-MINE (paket za modeliranje na ležišteto i projektiranje na rudnici), GS32 (paket za horizontalna vizuelizacija), MINE-SURVES (paket za geodetsko pratenje), ORE-CONTROL (paket za operativno pratenje i planiranje na rudnicite so površinska eksploatacija).

Od aspekt na odvodnuvanjeto posebno se važni programskite paketi VISUAL MODFLOW, VISUAL GROUNDWATER i GMS.

Tehnološkiot proces na odvodnuvanje, vo ramkite na površinskata eksploatacija na mineralni sirovini, a vo konkretniot slučaj eksploatacijata na jaglenot od PJS, zavisi od mnogu vlijanatni faktori, koi so razvojot na rudnikot dobivaat se posloženi oblici. So postignuvanje na pogolema dlabočina pri eksploatacijata na PJS vo ramkite na rudnik Suvodol, uslovite za odvodnuvanje stanuvaat se posloženi.

Praktičnite rešenija vo sovremenite uslovi na površinska eksploatacija, jasno pokažuvaat deka primenata na informaciski sistemi moži da se očekuva vo site fazi na upravuvanje, organizacija, projektiranje i rakovođenje.

Toa e karakteristično i za sisteme za odvodnuvanje vo rudnicite, kaj koi kompleksniot odnos na rabotnata sredina, parametrite na odvodnuvanje i koristenite tehniki i tehnologii na odvodnuvanje, možat da se vgradat vo informaciski sistem, što dava novi momenti vo oblata na optimalnoto koristenje na tie sistemi.

3.1. Parametri koi treba da bidat opfateni so informaciski sistem

Nivoto na podzemni vodi e značen parametar kako osnoven pokazatel na rabotata sistemot za zaštita od dotokot na površinski i podzemni vodi. Vo ramkite na PJS, veќе postojat piezometri i 4 bunari, od koi dva vo eksploatacija (izraboteni vo fazata na istragi).

Vo naredniot period predvideni se da se izrobotat eksploatacioni bunari vo fazata ne otvaranje i eksploatacija na PJS. Načinot na merenje na nivoto na podzemni vodi, za potrebite na informaciskiot sistem daden e vo Tabela 1.

Hardverskata i softverskata platforma za sobiranje i akvizacija na relevantnite podatoci, predmet e za posebna proektana dokumentacija

Tabela 1.

Vrsta na objektot	Parametri	Edinici
Bunar	Protok	Lit/sek
	Br. na vklučuvanja/isklučuvanja	Br./h
	Vreme na isključuvanje	Data/time
	Vreme na uključuvanje	Data/time
	Vreme na rabota	h
Pumpi na vodosobirnici	Protok	Lit/sek
	Br. na vklučuvanja/isklučuvanja	Br./h
	Vreme na isključuvanje	Data/time
	Vreme na uključuvanje	Data/time
	Vreme na rabota	h
Cevkovodi	Protok	Lit/sek

Tabela 2.

Ime na objektot	Edinica
Piezometar vo bunarski zasip	m
Piezometar vo eksploatacionoto pole	m

So cel da se sogleda vodniot bilans vo rudnikot, neophodno e nabljuduvanje na poedini hidrološki parametri. Tuka se misli na vodomernite stanici, a vo slučajot na mernite stanici koi se edna vo granicite na rudnikot (platoto na odvodnuvanje) i mernata stanica kaj akumulacijata Suvodol.

So realizacijata na ovoj sistem vo funkcija na PJS, a vo ramkite na rudnikot Suvodol, značitelno se unapreduva tehnološkiot proces na odvodnuvanje vo rudnikot vo smisla na:

- Sigurni i relevantni startni parametri;
- Optimizacija na proektnite rešenija;
- Sigurna rabota na sistemot za odvodnuvanje;
- Optimalno vodenje na materijalnite resursi;
- Optimalno organiziranje na službata koja go vodi procesot na odvodnuvanje.

4. AVTOMATIZACIJA NA SISTEMOT ZA ODVODNUVANJE

Nadzorno-upravuvačkiot smetački sistem se состоi od slednive komponenti: PC smetač so potrebni programi na SCADA (*Supervision, Control and Data Acquisition*) sistemot vo kontrolno komandniot centar (dispečerski centar); Nadvorešni telemetriski stanici smesteni vo

razvodnite ormari na pumpite; Merna i regulaciona oprema na objektite za upravljanje; Komunikativni sistem - radio modem, oprema za upravljanje so potreben softver, so napojna jedinica, antenski stolb i antena i site informacije so GSM vrsta se prenosevaat vo preddefinirani vremenski intervali do DAS na smetačot vo komandniot centar, i obratno po isti komunikativni put se prenosevaat signali na upravljanje (naredbi).

Prednostite od korištenje na sistemot za dalečinski nadzor i upravljanje se slednive:

- Prikaz na parametre na bunarite, piezometre vo realno vreme;
- Dolgoročno arhiviranje na podatocite od bunarite, piezometre, dostupni za drugi programski paketi za obrabotka, na primer SLJL infotabli;
- Vodenje dnevnika na slučuvanja;
- Administriranje i proverka na nivoa na dostupnost na bazniot program;
- Arhiviranje na podatocite na CD i obrabotka na podatocite vo forma na grafikoni, trendovi na protoci i dr.;
- Sistemot nudi namaleni trošoci, dobra preglednost i mala administracija.

Nadzorno-upravuvački sistem (NUS) pri odvodnivanju na površinski kop za jaglen PJS ovozmožuje nadzorni funkcije nad hidrodinamičkim procesi na podzemni vodi vo zonata na radnoto dejstvo i pobliskoto opkruživanje, nadzornite i upravuvačke funkcije vo *on-line* režim nad tehnološke, tehničke (elektro-mašinski), logističke i procesite na održivanje na sistemot za odvodnivanje.

Vo savremeni konceptski prihod na procesot za upravljanje so sistemot za odvodnivanje i sledenje na efektite od negovata radota, se predviđuje vo site etapi na razvoj na rudnikot da se sproveduje kontrola na radotata na site objekti za zaštita na kopot od podzemni i površinski vodi i kontinuiran monitoring na vodenite pojavi i hidrodinamičkim procesi. Čelta na ovie aktivnosti e da se utvrdi funkcionalnost na objektite za odvodnivanje i nivnite efekti na namalivanje na nivoa na podzemni vodi. Čel e i niz hidrodinamičke ispitivanja da se obezbedat dovoljni hidrogeološki parametri za niveliranje na hidrodinamički model koj će davati efikasna i efektivna podrška na procesot na upravljanje so sistemot za odvodnivanje, niz simulacija na složeni uslovi na filtracija i prognoza na efektite od planirano tehničko rešenje za odvodnivanje.

5. ZAKLJUČOK

Odvodnivanje na rudnicite so površinska eksploatacija, obuhvata sprovedivanje na osnovne hidrogeološke, geološke, geomehaničke i rudarske tehnološke parametre. Potoa isto tako gi obuhvata i kvalitativni izbor i dimenzioniranje na objektite za odvodnivanje, a posebno izbor na lokacije na objektite za odvodnivanje. Vo zavisnost od dinamika na razvoj na rudarske radote, spomenata kompleksna problematika ja integriše sistemot na odvodnivanje.

Vo hidrološki smisol, podračjeto koe go zafaća PJS će bide zagrozero od površinski vodi koi gravitiraat od poširokoto slivno podračje, i od površinskite vodi koi će pařaat vo samiot raboten prostor na PJS. Vo kombinacija so podzemnite vodi prisutni vo samoto ležište, količinite na podzemni i površinski vodi ne se od nezanemarliv karakter, pa od tuka i potrebata posebniot pristap i tretman na ovaa problematika so cel za bezbedno i sigurno odvivanje na tehnološkiot proces vo PJS.

Pokraj iznaořanjeto na rešenija za soodveten sistem za odvodnuvanje so cel za zaštita od podzemnite i površinskite vodi, implementiranjeto na informacionen sistem će obezbedi funkcionalnost i kvalitet na baznite i obrabotenite podatoci po pat na informaciono - smetaćka tehnologija.

Izdvojuvanjeto na posebni zoni vo informaciskiote siste, posebno e usloveno i od predvidenata dinamika na istragi. Celiot informaciski sistem pretstavuva dolgoroćno naućno istražuvaćki program vo oblata na odvodnuvanjeto, a vo praktićna smisla negovata realizacija pretstavuva za stepen povisoko nivo na pratenje na vleznite - osnovni parametri i izleznite - veke obraboteni podatoci. Implementiranjeto na informaciski sistem za monitoring na sistemite za odvodnuvanje, e od posebno znaćenje za uslovi kakvi se predviduvaat da preovladuvaat pri eksploatacijata na PJS. Vo takvi uslovi, navremenoto dobivanje na bazni podatoci, nivnata obrabotka i povratno nivno vgraduvanje vofunkcija na neprećeno odvivanje na samiot tehnoloćki proces, e od posebno znaćenje za realiziranje na planiranata proizvodna dinamika na rudnikot.

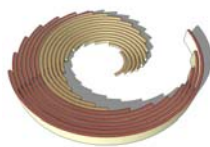
Literatura

1. Rudproekt, (2009), *Glaven rudarski proekt za eksploatacija na PJS, REK Bitola*, Skopje, R. Makedonija
2. Katalozi i brošuri od proizvođiteli na oprema

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**NALAZIŠTA JUVELIRSKIH MINERALNIH SIROVINA U
SEDIMENTIMA U ISTOČNOM DELU LECKOG VULKANSKOG
KOMPLEKSA I OKOLNIM FORMACIJAMA**

**DEPOSITS OF GEM RAW MATERIALS IN SEDIMENTS
IN THE EASTERN PART OF THE LECE VOLCANIC
COMPLEX AND THE NEIGHBOURING FORMATIONS**

Ilić M.¹, Miladinović Z.².

Apstrakt

U radu su prikazana nalazišta juvelirskih mineralnih sirovina u istočnom delu leckog gornjooligocensko-miocenskog vulkanskog kompleksa i okolnim formacijama, koja su predstavljena akumulacijama plemenitih silicijskih minerala (kalcedona, kvarca i opala, raznih boja) u različitim sedimentima. Po brojnosti nalazišta, velikim količinama i raznovrsnosti varijeteta plemenitih silicijskih minerala, ovo područje predstavlja najznačajnijeg nosioca tih minerala u Srbiji.

Abstract

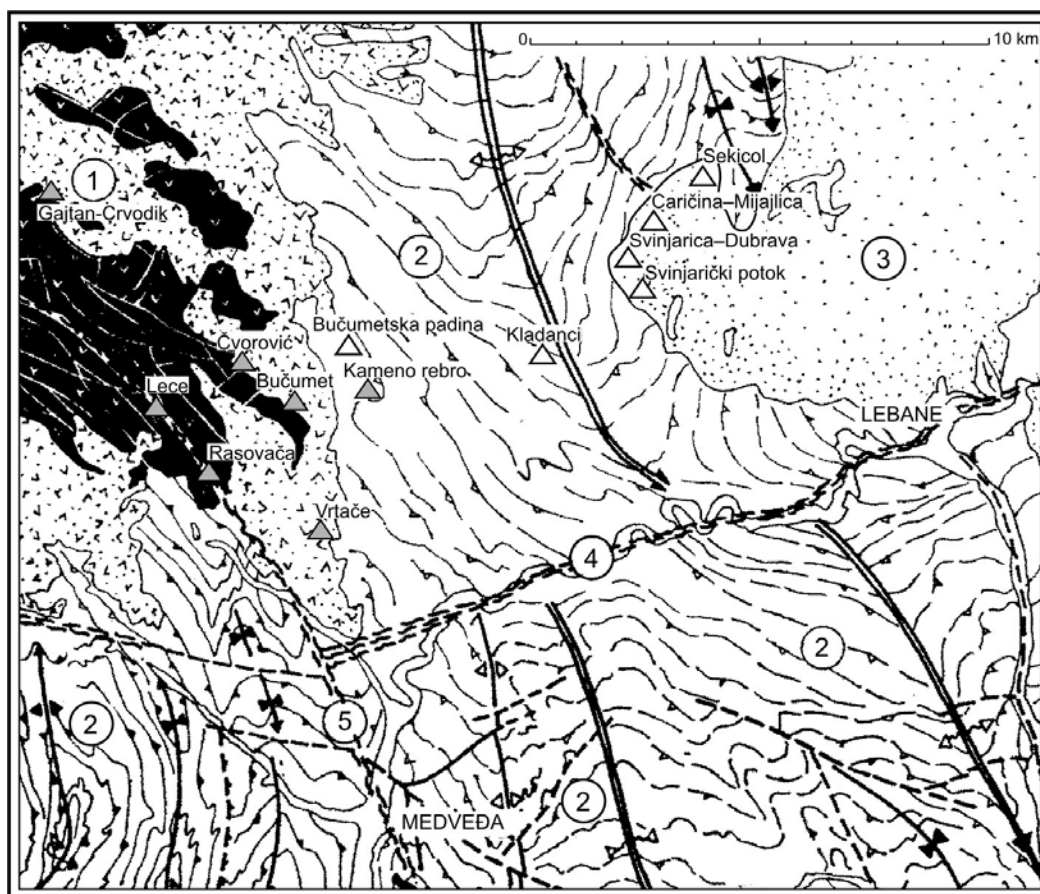
In this paper are presented deposits of gem raw materials in the eastern part of the Lece volcanic complex of Upper Oligocene-Miocene age and in the neighbouring formations, which are represented by accumulations of gem silicic minerals (chalcedony, quartz and opal of various colours). With regard to numerousness of deposits, large quantities and diversity of varieties of gem silicic minerals, this area is the most significant carrier of the minerals in Serbia.

¹ Prof. dr Miloje Ilić, 27. marta 27, Beograd, e-mail: milojeilic@yahoo.com

² mr Zoran Miladinović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, e-mail: zoranm@rgf.bg.ac.rs

1. OPŠTI OSVRT

U ovom radu dat je prikaz nalazišta (ležišta i pojava) juvelirskih mineralnih sirovina u istočnom delu leckog gornjooligocensko-miocenskog vulkanskog kompleksa i okolnim formacijama, koja su predstavljena akumulacijama fragmenata plemenitih silicijskih minerala (kalcedona, kvarca i opala, raznih boja) u različitim sedimentima (Slika 1.).



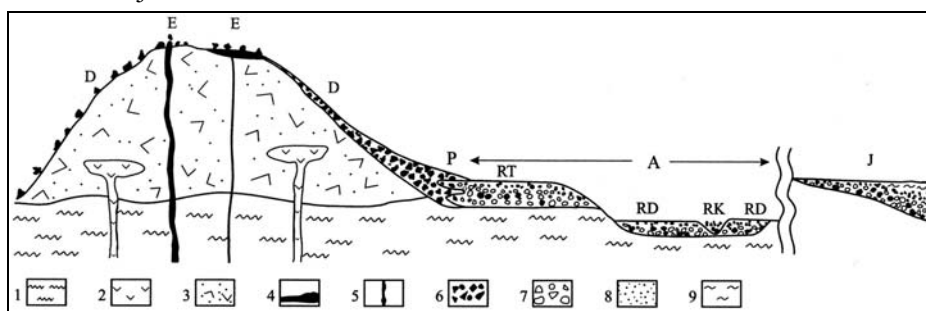
Slika 1. Nalazišta juvelirskih mineralnih sirovina (ležišta - puni trouglovi, pojave - prazni trouglovi) u leckom vulkanskom kompleksu i okolnim formacijama naneti na Osnovnu geološku kartu Jugoslavije 1:100.000, list Leskovac K 34-44 (uz manje dopune)

1. Tercijarni (gornjooligocensko-miocenski) vulkaniti leckog kompleksa: andeziti (ispresecani rudonosnim kvarcnim žicama) i piroklastiti (sa interstratifikovanim silicijskim pločama);
2. Proterozojski metamorfiti srpsko-makedonske mase: gnajsevi, leptinoliti, mikašisti, kvarciti, amfiboliti, mermeri;
3. Neogeni sedimenti: šljunkovi, peskovi, gline;
4. Jablanički rased;
5. Tupalska dislokacija.

Izuzetno bogatstvo ovog područja u pogledu juvelirskog kamena bilo je poznato još u antičko doba, te je isti eksploatisan, obrađivan i korišćen za izradu raznovrsnog nakita za vreme Rimskog carstva, Vizantije i srednjevekovne srpske države, što je prekinuto tek nakon turskog osvajanja, a da ni do danas nije obnovljeno.

Značajne podatke o nalazištima juvelirskih mineralnih sirovina u leckom vulkanskom kompleksu i okolnim formacijama dali su: Jovanović, 1975.; Pejčić, 1980.; Pejčić i dr., 1981. a i b, 1982. a i b; Ilić, 1998., 2004., 2006.; Ilić, Malešević, Pejčić i Miladinović, 1998.; Ilić, Zlatanović i Miladinović, 2003.

Po Iliću (2004., 2006.) u leckom vulkanskom kompleksu i okolnim formacijama zastupljene su dve genetske grupe ležišta juvelirskih mineralnih sirovina: hidrotermalna i sedimentna, sa većim brojem genetskih tipova, čije su osnovne karakteristike prikazane na Slici 2. i u Tabeli 1. No, kao što je istaknuto, mi ćemo se u narednom tekstu ograničiti samo na nalazišta u sedimentima u istočnom delu leckog vulkansko kompleksa i okolnim formacijama.



Slika 2. Šematski prikaz različitih genetskih tipova ležišta juvelirskih mineralnih sirovina u okviru leckog vulkansko kompleksa i okolnih formacija (po Iliću, 2004.)

- 1-metamorfiti (gnajsevi, leptinoliti, mikašisti, kvarciti, amfiboliti, mermeri); 2-andeziti;
3-piroklastiti; 4-silicijska naslaga (pločaa); 5-kvarcna žica; 6-fragmenti plemenitih silicijskih minerala; 7-fragmenti stena (kvarcita, gnajseva, andezita, piroklastita); 8-peskovi; 9-gline
E-eluvijum; D-deluvijum; P-proluvijum; A-aluvijum (RK-rečno korito, RD-rečna dolina, RT rečna terasa); J-neogeni jezerski sedimenti

Fragmenti plemenitih silicijskih minerala, čije akumulacije čine nalazišta u sedimentima pomenutog područja, obrazovali su se kao mehanički produkti površinskog raspadanja primarnih hidrotermalnih silicijskih ležišta u leckom vulkanskom kompleksu: najvećim delom silicijskih naslaga istaloženih oko termalnih izvora i gejzera (koje se nalaze u vidu silicijskih ploča interstatifikovanih u vulkanitima - mahom piroklastitima) i, sasvim podređeno, rudonosnih (sa Pb, Zn i Au) kvarcnih žica. Iz silicijskih ploča potiču fragmenti kalcedona raznih boja (bele, sive, plavičaste, braon, crvene - uključujući sporadičan karneol, ili crne boje), kvarca (praćenog kalcedonom: pretežno jaspisa - od žućkasto-braon do crvenkasto-braon boje) i reliktnog opala (istih boja kao kalcedon, koji je nastao njegovim iskristalisavanjem). Iz rudonosnih kvarcnih žica potiču retki fragmenti ametistnog i raznobojnog kalcedonskog ahata.

Tabela 1. Genetska klasifikacija ležišta juvelirskih mineralnih sirovina u leckom vulkanskom kompleksu i okolnim formacijama (po Iliću, 2004.)

Genetska grupa	Genetski tip	Ležišta	Juvelirske mineralne sirovine
I Hidrotermalna			
1. Silicijske naslage (ploče) oko termalnih izvora i gejzera		Bučumet, Čvorović, Gajtan-Crvodik	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)
	2. Brečaste kvarcne žice sa Pb-Zn-Au mineralizacijom, bezbojnim kvarcom i ametistom	Rasovača, Lece (Jezerina i Žica 2)	Ametistni i kalcedonski ahat
II Sedimentna			
a. Nanosna			
	1. Eluvijalna (poglavito na ležištima genetskog tipa I-1)	Bučumet, Čvorović, Gajtan-Crvodik; Rasovača (malo)	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)
	2. Deluvijalna (pored ležišta genetskih tipova I-1 i IIa-1)	Bučumet, Čvorović, Gajtan-Crvodik; Vrtače, Kameno rebro, Bučumetska padina, Kladanci	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)
	3. Proluvijalna (pored ležišta genetskih tipova I -1, II a-1 i II a-2)	Bučumet, Čvorović, Gajtan-Crvodik; Vrtače, Kameno rebro, Bučumetska padina, Kladanci	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)
	4. Aluvijalna (nanosi reka i potoka: savremenih korita, dolina i terasa) - potiču od ležišta svih ostalih genetskih tipova	Nanosi reka i potoka oko ležišta ostalih genetskih tipova	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)
b. Jezerska			
	5. Bazalni i intraformacioni klastiti u zapadnom obodnom delu leskovačkog neogenog basena (ogranka Kremen) - potiču od ležišta ostalih genetskih tipova	Sekicol, Caričina-Mijajlica, Svinjarica-Dubrava, Svinjarički potok	Raznobojni kalcedon (beo, siv, plavičast, braon, crven - uključujući sporadičan karneol, crn), kvarc (od žućkasto-braon do crvenkasto-braon - jaspis), reliktni opal (istih boja kao kalcedon)

Nakon svog obrazovanja, fragmenti gore pomenutih plemenitih silicijskih minerala različite krupnoće, oblika i stepena zaobljenosti su se, u zavisnosti od načina i dužine transporta (gravitacionog, vodenim tokovima - povremenim ili stalnim), u dugom vremenskom periodu - od gornjeg oligocena do danas - akumulirali u raznovrsnim nanosima (počev od eluvijalnih, pa u deluvijalnim, proluvijalnim i aluvijalnim, od kojih su sačuvani samo najmlađi - holocenski) i u neogenim jezerskim sedimentima (kao bazalni i intraformacioni klastiti).

Budući da samo fragmenti plemenitih silicijskih minerala koji potiču iz silicijskih ploča čine ekonomski značajne akumulacije (ležišta), one će biti detaljnije prikazane u narednim izlaganjima.

2. SEDIMENTNA LEŽIŠTA

Sedimentna ležišta predstavljena su nanosnim (eluvijalnim, deluvijalnim, proluvijalnim i aluvijalnim) i jezerskim ležištima (bazalnih i intraformacionih klastita). Ova ležišta su nastala kao rezultat površinskog raspadanja (i to mehaničkog) primarnih hidrotermalnih ležišta (silicijskih ploča) i potonje denudacije i akumulacije fragmenata plemenitih silicijskih minerala (kalcedona, kvarca i opala, raznih boja) obrazovanih prvopomenutim procesom.

3. NANOSNA LEŽIŠTA

Nanosna ležišta gore pomenutih plemenitih silicijskih minerala u ispitivanom terenskom području javljaju se u holocenskim nanosima: eluvijalnim, deluvijalnim, proluvijalnim i aluvijalnim. Ovi nanosi međusobno su povezani. Sva ekonomski značajna nanosna ležišta sadrže plemenite silicijske minerale koji potiču iz napred pomenutih silicijskih ploča, a javljaju se u vidu fragmenata različite krupnoće, oblika i stepena zaobljenosti (u zavisnosti od načina i dužine transporta: gravitacionog, vodenim tokovima - povremenim ili stalnim).

Eluvijalna ležišta

Eluvijalni nanosi sa sadržajem pomenutih plemenitih silicijskih minerala obrazovani su na površini ispoljenim delovima silicijskih ploča, kao rezultat njihovog površinskog (prvenstveno mehaničkog) raspadanja *in situ*. Čine ih uglavni (nezaobljeni) fragmenti plemenitih silicijskih minerala, nesortirani po krupnoći. Prostraniji eluvijalni nanosi su zastupljeni samo na mestima gde su silicijske ploče bile otkrivene na površini terena, kao što je to bio slučaj kod ležišta Bučumet (rudna tela Bučumet I i Bučumetski vis), Čvorović i Gajtan-Crvodik.

Eluvijalni nanosi u ispitivanom terenskom području čine sukcesivan niz sa deluvijalnim i proluvijalnim, a posredno su povezani i sa aluvijalnim nanosima.

Izvestan, dosta ograničen, ekonomski značaj mogu imati samo eluvijalna ležišta koja se nalaze na silicijskim pločama.

Ona sadrže fragmente istih plemenitih silicijskih minerala (odnosno njihovih varijeteta) kao i korena ležišta: kalcedona raznih boja (bele, sive, plavičaste, braon, crvene - uključujući sporadičan karneol, ili crne boje), kvarca (praćenog kalcedonom: pretežno jaspisa - od žućkasto-braon do crvenkasto-braon boje) i reliktnog opala (istih boja kao kalcedon).

Deluvijalna ležišta

Deluvijalni nanosi sa sadržajem pomenutih plemenitih silicijskih minerala obrazovali su se na padinama brda, gravitacionim kliženjem i spiranjem fragmenata ovih minerala iz eluvijalnih nanosa na silicijskim pločama. Ti nanosi se, u svom gornjem delu, vezuju za eluvijalne, a u svom donjem delu, za proluvijalne, sa kojima čine sukcesivan niz. Sastoje se od uglastih fragmenata plemenitih silicijskih minerala, nesortiranih po krupnoći i pratećih fragmenata vulkanita, pretežno piroklastita koji su mnogo podložniji površinskom raspadanju.

Ležišta ovog genetskog tipa mahom se nalaze na padinama brda na čijim se istaknutim delovima nalaze silicijske ploče (Bučumet, Čvorović, Gajtan-Crvodik), a najveća su: Kameno rebro, Bučumetska padina i Kladanci. U nekim slučajevima koreno pločasto ležište je erozijom potpuno uništeno, a sačuvan je deluvijalni nanos oko njega: ležište Vrtače (rudna tela Vrtače I i Vrtače II). Ovaj genetski tip ležišta sadrži fragmente istih plemenitih silicijskih minerala kao eluvijalni tip ležišta i ekonomski je značajan.

Proluvijalna ležišta

Proluvijalni nanosi sa sadržajem pomenutih plemenitih silicijskih minerala obrazovali su se u podnožjima brda, gravitacionim kliženjem i spiranjem fragmenata ovih minerala iz eluvijalnih i deluvijalnih nanosa, sa kojima čine sukcesivan niz. Ovi nanosi su, u pribrdskom delu, vezani za deluvijalne nanose, a u pridolinskom delu, često su asocirani sa aluvijalnim nanosima (za koje su predstavljali važan izvor materijala). Sastoje se, isto kao deluvijalni nanosi, od uglastih fragmenata plemenitih silicijskih minerala, nesortiranih po krupnoći.

Ležišta ovog genetskog tipa obično oivičavaju brda na čijim se istaknutim delovima nalaze silicijske ploče, koje su davale materijal i za obrazovanje eluvijalnih i deluvijalnih nanosa. Ovaj genetski tip ležišta sadrži fragmente istih plemenitih silicijskih minerala kao eluvijalni i deluvijalni tip, i ekonomski je značajan.

Aluvijalna ležišta

Aluvijalni nanosi sa sadržajem pomenutih plemenitih silicijskih minerala obrazovali su se radom reka i potoka, i to od početka holocena do danas. Plemeniti silicijski minerali potiču iz prethodno opisanih nanosa i iz neogenih jezerskih sedimenata (bazalnih i intraformacionih klastita), a dolazilo je do njihovog manjeg ili većeg zaobljavanja usled transporta, kao i do razblaživanja njihove koncentracije u aluvijalnim nanosima (u odnosu na prethodno opisane) zbog mešanja sa drugim rezistentnim mineralima i stenama sa sabirne površine: kvarcom, kvarcitima, mikašistima, gnajsevima, svežim vulkanitima.

Aluvijalne nanose čine terasni, dolinski i nanosi savremenih korita. Izvestan, dosta ograničen ekonomski značaj mogu imati terasni i dolinski nanosi sa sadržajem plemenitih silicijskih minerala - npr. u Kameničkom potoku kod Bojnika.

Jezerka ležišta

Jezerka ležišta plemenitih silicijskih minerala u ispitivanom terenskom području javljaju se u bazalnoj seriji i sporadično, u višim delovima (intraformaciono) sedimentnog kompleksa leskovačkog neogenog basena i to u njegovom krajnjem zapadnom ogranku koji nosi naziv Kremen, a sa strukturno-minerogenetskog aspekta čini rudno polje (plemenitih silicijskih minerala). Prema tumaču za Osnovnu geološku kartu Jugoslavije, list Leskovac (K 34-44), u sedimentnom kompleksu leskovačkog basena, za koji se na osnovu oskudne flore i faune pretpostavlja da je neogene (miocensko-pliocenske) starosti, zastupljene su dve serije: glinovito-peskovita i šljunkovito-peskovita, koje često pokazuju bočne prelaze.

U ispitivanom terenskom području neogeni sedimenti zapadnog ogranka leskovačkog basena leže transgresivno preko kompleksa proterozojskih metamorfita: gnajseva, mikašista, leptinolita, kvarcita, amfibolita i mermera.

Bazalni i intraformacioni klastiti sa sadržajem fragmenata plemenitih silicijskih minerala: raznobojnog kalcedona (belog, sivog, plavičastog, braon, crvenog - uključujući sporadičan karneol, crnog), kvarca (praćenog kalcedonom: pretežno jaspisa - od žućkasto-braon do crvenkasto-braon boje) i opala (istih boja kao kalcedon) otkriveni su na obodu zapadnog ogranka leskovačkog basena (Kremenu), gde se nalazi prostrana neogena jezerka abrazivna površ. Pored valutaka ovih, plemenitih minerala, u bazalnim klastitima su zastupljeni i fragmenti metamorfita (mahom kvarcita i gnajseva). Bazalni i intraformacioni klastiti su nesortirani po krupnoći i sastavu, a fragmenti plemenitih silicijskih minerala su mnogo više zaobljeni od fragmenata metamorfita (naročito kvarcita). Ovi fragmenti prineti su iz nanosnih ležišta. Najveće koncentracije plemenitih silicijskih minerala utvrđene su u atarima sela Sekicol, Caričina, Mijajlica i Svinjarica (lokalnosti Dubrava i Svinjarički potok), te smo ih tretirali kao ležišta.

Ovaj genetski tip ležišta plemenitih silicijskih minerala ekonomski je značajan.

Naša izlaganja zaključimo važnom činjenicom da je probna juvelirska obrada plemenitih silicijskih minerala iz nalazišta u sedimentima u istočnom delu lečkog vulkanskog kompleksa i okolnim formacijama pokazala da se od njih mogu načiniti kvalitetni i atraktivni juvelirski proizvodi.

Literatura

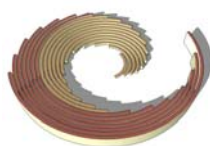
1. Ilić M., (1998), *Juvelirske mineralne sirovine i njihova nalazišta u Srbiji*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 140 str., Beograd
2. Ilić M., (2004), *Geneza i genetski tipovi ležišta juvelirskih mineralnih sirovina u lečkom vulkanskom kompleksu*, Vesnik Geozavoda, Geologija, hidrogeologija i inženjerska geologija, knjiga 54, str. 333-359, Beograd

3. Ilić M., (2006), *Juvelirske mineralne sirovine i njihova nalazišta u Srbiji*, 2. izmenjeno i prošireno izdanje, 152 str., Jugoslovensko gemološko društvo, Beograd
4. Ilić M., Malešević N., Pejčić M., Miladinović Z., (1998), *Kratak prikaz juvelirskih mineralnih sirovina Srbije*, Vesnik Geozavoda, Geologija, hidrogeologija i inženjerska geologija, Serija A, B, knjiga 48, str. 169-201, Beograd
5. Ilić M., Zlatanović G. i Miladinović Z., (2003), *Godišnji izveštaj po projektu Osnovna geološka istraživanja juvelirskih mineralnih sirovina Srbije, istraživanja jugoistočnog dela Leckog masiva*, 74 str., Fond Ministarstva za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine Republike Srbije, Beograd
6. Jovanović M., (1975), *Izveštaj o istraživanju poludragog kamena na Rasovači*, Fond Geozavoda, Beograd
7. Pejčić M., (1980), *Elaborat o izvršenim radovima na poludragom kamenju u području Leca*, Fond Geozavoda, Beograd
8. Pejčić M. i dr., (1981-a), *Elaborat o izvršenim radovima na poludragom kamenu u području Leca (radi utvrđivanja rezervi)*, Fond Geozavoda, Beograd
9. Pejčić M. i dr., (1981-b), *Ekonomsko-tehnička analiza valorizacije poludragog kamena u području Leca*, Fond Geozavoda, Beograd
10. Pejčić M. i dr., (1982-a), *Glavni projekat eksploatacije i prerade poludragog kamena u području Leca*, (7 knjiga), Fond Geozavoda, Beograd
11. Pejčić M. i dr., (1982-b), *Investicioni program izrade objekata za preradu poludragog kamena (u području Leca)*, Fond Geozavoda, Beograd
12. *Osnovna geološka karta Jugoslavije 1:100.000*, list Leskovac K 34-44, sa tumačem

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**NEKA PITANJA DELA PROBLEMATIKE REKULTIVACIJE I
REVITALIZACIJE POSTEKSPLOATACIONOG PROSTORA
POVRŠINSKIH KOPOVA I ODLAGALIŠTA**

**SOME QUESTIONS REGARDING PROBLEMS
IN RECLAMATION AND REVITALISATION OF
POSTEXPLOITATIONAL SPACE OF
OPEN PIT MINES AND WASTE DUMPS**

Ilić S.¹

Apstrakt

U radu su analizirana neka pitanja mogućnosti razvoja i unapređenja tehnologije revitalizacije i rekultivacije na površinskim kopovima uglja u Srbiji.

Abstract

This paper analyzes some questions and possibilities of development and advancements of technology for revitalization and reclamation on coal open pit mines in Serbia.

1. UVOD

U teško nasleđe Elektroprivrede Srbije spadaju i problemi u zaštiti životne sredine, koji su posledica dugotrajne krize u poslednjoj deceniji 20. veka. Tokom tih teških godina, Elektroprivreda Srbije je imala zadatak da samo proizvodi električnu energiju, a zaštita životne sredine je, nažalost, bila u drugom planu.

¹ dr Saša Ilić, dipl.inž.rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

To je ostvavilo traga na neposrednom okruženju, i to u jedno veoma značajnom delu negativnim uticajem eksploatacije uglja i otkrivke na životnu sredinu.

S obzirom na obaveze koje proističu u pogledu poštovanja svih principa u obalsti energetike i zaštite životne sredine Elektroprivreda je sačinila akcioni plan rešavanja zaštite životne sredine. Planom je planirano, da bi zadovoljila standarde Evropske unije, da se u periodu do 2015. godine u zaštitu životne sredine uloži više od 1.2 milijarde evra.

Planirane aktivnosti na projektima zaštite životne sredine na površinskim kopovima za period 2009-2015 sa merama zaštite u sektoru proizvodnje i prerade uglja su:

- Razvoj i uvođenje novih tehnologija, uključujući i selektivno otkopavanja i odlaganje zemljišta;
- Rekultivacija odlagališta otkrivke i jalovine;
- Mogućnost korišćenja materijala povlatnih i podinskih slojeva kao nemetaličnih mineralnih sirovina;
- Mere zaštite režima i kvaliteta podzemnih i površinskih voda u okolini površinskih kopova, okoline od prašine i buke i zaštitu u preradi uglja [3].

U sklopu svoje modernizacije i restrukturisanja, počela je uvođenje ISO 14001 standarda (EMS) sa rokom implementacije sertifikacije do kraja 2009. godine.

2. IDENTIFIKACIJA I ANALIZA OSNOVNIH ASPEKTA REKULTIVACIJE I REVITALIZACIJE

Elektroprivreda Srbije se suočava sa krupnim problemom rekultivacije i uređenja predela nastalih izvođenjem rudarskih radova na površinskim kopovima. Oko 9,000 ha zemljišta zahvaćeno je površinskom eksploatacijom u Kolubarskom i Kostolačkom ugljonosnom basenu, formirana su nova zemljišta sa veoma smanjenim proizvodnim mogućnostima.

Ova i druga saznanja uticala su na Elektroprivredu Srbije da 2004. godine donese odluku o pokretanju istraživanja na temu opravdanosti selektivnog otkopavanja i odlaganja otkrivke, sa osnovnim pitanjem da li je ovaj cilj ostvarljiv sa postojećim tehnološkim sistemima ili su neophodna nova rešenja. Studija je sagledala broja otvorena pitanja rekultivacije i revitalizacije i o istoj je vođenja stručna rasprava na Stručnom savetu EPS. Takođe, urađeni su i brojne studije i projekti rekultivacije posteksploatacionog prostora površinskih kopova i odlagališta.

Obzirom da je ova problematika dobija sve više na značaju, a imajući u vidu činjenice koje su iznete u uvodu ovog rada, onda pre svega kada je reč o razvoj i uvođenje novih tehnologija rekultivacije treba istaći da dosadašnju praksa rekultivacije posteksploatacionih prostora površinskih kopova i odlagališta karakterišu dve grupe činjenica:

- neselektivno odlaganje otkrivke, odnosno, do sada se nije vodilo računa o selektivnom otkopavanju i odlaganju soluma i jalovih litoloških članova otkrivke u cilju da se na površini formira depozit povoljnih fizičko-mehaničkih i hemijskih karakteristika, i
- najveći deo šumarske rekultivacija obavljen je bez prethodno korektno izvršene tehničke rekultivacije, koja podrazumeva oblikovanje terena, uređenje kosina, izvođenje drenažnih radova, izgradnja infrastrukture i preduzimanje drugih mera.

Kada je reč o prvoj grupi činjenica odnosno neselektivnom odlaganju, treba podvući da je osnovna karakteristika deponovanog soluma na odlagalištima površinskih kopova u okviru EPS izrazita heterogenost kako u horizontalnom tako i vertikalnom pravcu u kako u pogledu fizičko-mehaničkih tako i hemijskih karakteristika. Naravno heterogenost fizičko-mehaničkih i hemijskih parametara uslovljava i neujednačenu mikrobiološku aktivnost i plodnost supstrata a samim tim i nezadovoljavajuće efekte rekultivacije.

Otkrivka i jalovinski materijali potiču po pravilu sa relativno velikih dubina i iz različitih geoloških slojeva, međusobno se u pogledu fizičko-mehaničkih, hemijskih parametara veoma razlikuju.

Kod izbora postupaka rekultivacije površina odlagališta, treba imati u vidu da će na evoluciju depozita dominantno biti ispoljen antropogeni uticaj. To se manifestuje preko efekata niza tehničkih mera koje bi se preuzimaju, kao što su obezbeđenje nagiba postojećih površina odlagališta ka pristupnim putevima i kanalima postavljenim sa obe strane puta u cilju umanjuja efekta erozionog dejstva voda koje direktno padnu na površine odlagališta, eliminacija viška vode merama odvodnjavanja (kanalna mreža, drenaža, kaptaza), poboljšanje fizičko-mehaničkih i hemijskih osobina depozita unošenjem većih količina organske materije (humifikacija), poravka njegove vrednosti unošenjem različitih tipova đubriva (organskih, neorganskih), gajenje određenih vrsta biljaka i merama njihovog stalnog održavanja. Dalja evolucija ovog supstrata u zemljište i stvaranje uslova za njegovu produktivnost podrazumeva i dopunsko navodnjavanje (vlaženje) ovog depozita, čime se pokušava da se pospešiti sinteza i održavanje organske materije u njemu ali sa nedovoljnim efektom na rekultivaciju.

Sledeća bitna karakteristika ovih zemljišta da su daleko rastresitija i manje su povezana od prethodnih, što će značajno doprineti većoj propusnosti za vodu. Takođe, treba istaći da značajni deo površina odlagališta karakteriše izrazita glinovitost odloženog supstrata, dok je na pojedinim delovima odlagališta prisutan i ugalj, pa se na osnovu nekih ranijih analiza vidi da on može značajno uticati na strukturu odloženog depozita. Dodatni problem koji može da nastane ako se ispod ovih slojeva nalazi glinoviti slojevi koji su nepropusni za vodu koja se proceduje, pa se ona tako zadržava i obrazuje podzemnu vodu.

3. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE PROCESA REKULTIVACIJE I REVITALIZACIJE

U cilju poboljšanja stanja i uspešnog razvoja i uvođenja novi tehnologija za sanaciju i rekultivacije posteksploatacionog prostora površinskih kopova i odlagališta neophodno je uspostavljanje sledećih mera:

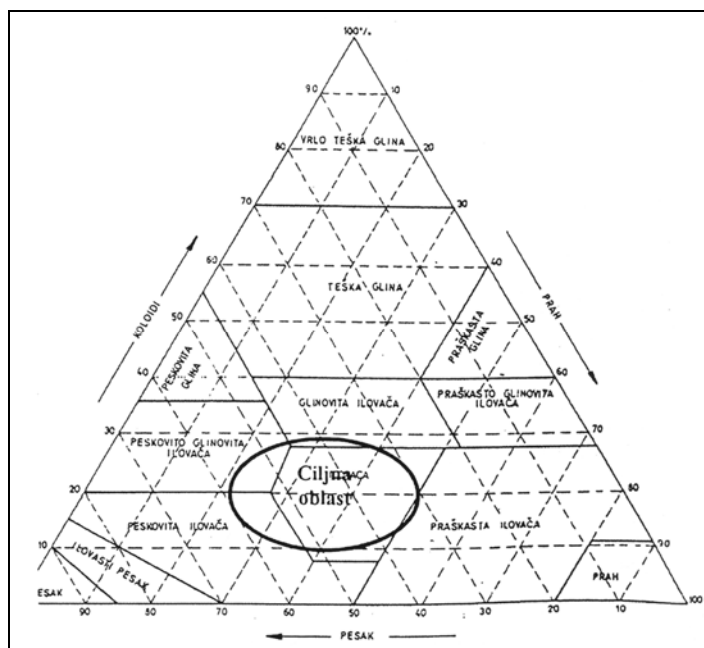
Modeliranje prostornih promena deposola. Osnovni elementi modela bi predstavljali geološki model sa polaznim fizičko-mehaničkim i hemijskim parametrima kao i tehnološki model rada kopa sa vertikalnom podelom na etaže.

Težnja ka formiranju optimalnog soluma na odlagalištu ima opravdanje u činjenici da se samo na proizvodno sposobnim površinama može zasnovati ekonomski opravdana biljna proizvodnja. Ono što je od presudne važnosti za plodnost sustrata deposola pored hemijskih parametara su i njegove vodno-fizičke osobine i one su u direktnoj funkciji geomehaničkih parametara odnosno granulometrijskog sastava otkrivke. To podrazumeva modeliranje prostornih promena geomehaničkih parametara deposola u procesu otkopavanja i odlaganja otkrivke radi dobijanje ciljanog granulometrijskog sastava soluma i prognozu efekata koji se mogu očekivati u daljim aktivnosti na rekultivaciji postojećih i novo formiranim odlagalištima.

Zemljišta koja daju najbolje proizvodne sposobnosti u našim uslovima po svojim geomehaničkim karakteristikama (Slika 1.) sadrže procentualno učešće peska koji varira u granicama 30-60 (%), koloidne gline od 10 do 30 (%), a frakcije praha od 20 do 50 (%). Ovakve kombinacije mehaničkog sastava rezultiralo bi tlo pre svega ilovastog, a u manjem delu i peskovito-glinovito ilovastog i peskovito-ilovastog sastava. Zapreminska masa, uslovljena u prirodnom stanju, pre svega mehaničkim sastavom tvorevine kretala bi se, po sleganju okvirno u granicama od 1.3 do 1.5(t/m³) [4].

Sadržaj humusa novostvorenog soluma optimizovao bi se veštačkim stvaranjem, unošenjem organskog đubriva i uzgojem leguminoza. Radi održavanja povoljne redukcije nove tvorevine nameće se potreba dodatnog unošenja CaCO₃, dodavanjem materijala sa visokim sadržajem ovog jedinjenja. Sa velikom sigurnošću se može konstatovati da će novoformirani supstrat sa ovakvim svojstvima, uz pravilnu fertilizaciju i navodnjavanje, imamo vrlo visoki proizvodni potencijal i ekonomsku isplativost [4].

Uspostavljanje sistema za monitoring namene zemljišta i rekultivacije. Za kontrolu deposola odlagališta potrebno je projektovati i razviti adekvatan sistem monitoringa. Monitoring namene zemljišta i rekultivacije bi trebalo sprovesti na postojećim odlagalištima. Monitoring bi uključivao praćenje kvaliteta zemljišta i geomehaničke osobine i koristio bi se za kalibrisanje modela prostornih promena deposola, u cilju da ne dođe do negativnih uticaja koji potiču sistema eksploatacije na površinskom kopu.



Slika 1. Geomehničke karakteristike ciljnog soluma

Monitoring zemljišta se vrši u cilju poboljšanja uslova korišćenja zemljišta i obuhvata uzimanje uzoraka, merenje i obradu podataka o faktorima plodnosti i toksičnosti zemljišta, naročito sadržaja teških metala. Merenja faktora plodnosti zemljišta i faktora toksičnosti treba vršiti bar jednom godišnje. Uzimanje uzoraka obavlja osoblje službe za monitoring. Prikupljene informacije omogućavaju izradu izveštaja o prostornim i vremenskim trendovima praćenih parametara. Osnovne komponente sistema monitoringa zemljišta su monitoring kupovine i zauzimanja zemljišta i monitoring korišćenja i rekultivacije zemljišta.

Monitoring kupovine i zauzimanja zemljišta obuhvata prikupljanje podataka o iskopavanju i odlaganju zemljišta i lignita. Rezultat obrade i procene dobijenih podataka su podaci o napredovanju radova na eksploataciji uglja, odnosno količine otkopanog lignita i otkrivke kao i način na koji se zemljište koristi u različite svrhe. Cilj monitoringa korišćenja i rekultivacije zemljišta je povećanje efikasnosti ovih aktivnosti. Program monitoringa obuhvata mesečno prikupljanje podataka u svrhu upravljanja zemljištem, odnosno optimizacijom gornjeg i donjeg sloja, kontrolom erozije (zemljanim radovima, revegetacijom), zaštitom karakterističnih estetskih osobina pejzaža, itd.

U vezi sa praćenjem rekultivacije zemljišta vrši se procena kopova i spoljašnjih odlagališta devet meseci posle rekultivacije, merenjem gustine domaćih biljnih vrsta koje su se razvile na rekultivisanom zemljištu. Osim toga, 15 meseci posle rekultivacije procenjuje se i raznolikost biljnih vrsta [1].

4. ZAKLJUČAK

Na ovaj način se, u početnoj fazi izrade projektne dokumentacije, mogu modeliranjem prostornih promena odlagališta izvršiti izbor racionalnih parametara granulacije koji imaju presudan uticaji na solum odlagališta. Predpostavka je da će navedene mere omogućiti razvoj strategije i plana aktivnosti za održivo upravljanje procesima revitalizacije i rekultivacije depozita površinskih kopova uglja.

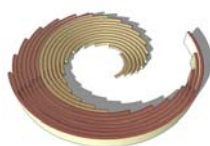
Literatura

1. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, (2008), *Aktuelizovani investicioni program izgradnje površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje*, Studija, Beograd
2. *Modeliranje prostornih promena geomehaničkih objekata na računaru*, Zbornik radova VIII Jugoslovenskog simpozijuma o inženjerskoj geologiji i hidrogeologiji, Budva, 1989
3. Institut für Bergbau, TU Bergakademie, Freiberg-Germany, *Modelling der Kippe, Wissensbasiertes System Bodenerkennung*
4. Elektroprivreda Srbije, Zelena knjiga, 2009
5. Vujić S. i ostali, (2005), *Studija opravdanosti selektivnog otkopavanja i odlaganja otkrivke*, Inženjerska akademija, Beograd

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**DIJAGNOSTIKOVANJE POGONSKIH GRUPA I NOSEĆE
ČELIČNE KONSTRUKCIJE ROTORNOG BAGERA PRI
IZBORU ROTORNOG BAGERA ZA SELEKTIVAN
RAD NA OTKOPAVANJU LIGNITA**

**DIAGNOSING PROPULSION GROUP AND SUPPORTING
STEEL STRUCTURES OF BUCKET WHEEL EXCAVATOR
FOR BUCKET WHEEL EXCAVATOR SELECTION
FOR SELECTIVE LIGNITE MINING**

Jovančić P.¹, Tanasijević M.²

Abstrakt

Cilj ovog rada je da ukratko prezentuje jedan metodološki pristup pri ispitivanju noseće čelične konstrukcije i pogonskih grupa rotornog bagera sa aspekta izbora rotornog bagera za selektivan rad. Merenja koja su izvršena, a koja su data u ovom radu, su merenja struje pogona radnog točka (određivanje kapaciteta, specifične potrošnje energije i specifičnog otpora na kopanje), merenja vibracija na reduktoru pogona radnog točka i merenja naponskog stanja na karakterističnoj tački uške strele radnog točka. Bager koji je bio predmet ispitivanja je SchRs630 (G1) na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje, Rudarski basen Kolubara.

Ključne reči: Rotorni bager, dijagnostika, selektivan rad

¹ Doc. dr Predrag Jovančić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

² Doc. dr Miloš Tanasijević, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

Abstract

Goal of this paper is to briefly present a methodological approach to testing for steel structures and propulsion group of bucket wheel excavator from the point of appropriate bucket wheel excavator choice for selective mining. Measurements were made, which are presented in this paper, include electric consumption measuring of bucket wheel propulsion (the definition of capacity, specific energy consumption and specific digging resistance) measurement of vibrating on bucket wheel gear drive and measuring of stress in the characteristic point on bucket wheel boom. Excavator that was being examined is SchRs630 (G1) at the open pit Tamnava-West Field, Kolubara coal basin.

Keywords: *Bucket wheel excavator, diagnostic, selective operation*

1. UVOD

Jedan od osnovnih preduslova za efikasan rad rotornog bagera predstavlja usaglašavanje konstrukcije bagera, a pre svega radnog organa bagera - rotornog točka sa reznim elementima, sa konkretnim uslovima radne sredine. Izbor rotornih bagera je veoma složen i odgovoran posao, kako sa aspekta tehnoloških parametara (visina i dubina kopanja, itd.), tako i sa stanovišta specifičnog pritiska na tlo, specifične rezne sile, konstrukcionih rešenja strele, rotornog točka, reznih elemenata, itd. Greške učinjene prilikom izbora bilo kojeg od ovih parametara kasnije se višestruko negativno odražavaju u proizvodnji i često postaju limitirajući faktor njihovog proizvodnog potencijala. Iz tih razloga veoma je važno da izabrani bager bude prilagođen uslovima radne sredine naših površinskih kopova, ali i da se izabere ona konstrukcija bagera, odnosno, u prvom redu radni organ - rotorni točak, koji će biti najpogodniji, kako sa aspekta eksploatacije, tako i sa aspekta pouzdanosti i pogodnosti za održavanje. U ovom radu je ukratko prezentovana metodologija ispitivanja određenih elemenata rotornog bagera SchRs630 (G1) koji radi na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje, u okviru Kolubarskog ugljonosnog basena, u cilju izbora bagera za selektivan rad na površinskom kopu lignita.

2. PROGRAM ISPITIVANJA BAGERA SCHRS630

Program ispitivanja rotornog bagera SchRs630 na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje u osnovi je imao utvrđivanje stanja i ponašanja pogonskih grupa i noseće čelične konstrukcije, u cilju izbora rotornog bagera za selektivan rad na budućem otkopavanju lignita na površinskom kopu Radljevo. Osnova istraživanja definisana je preko dijagnostičkih metoda i trenutnog stanja opreme, odnosno iznalaženje stvarnog eksploatacionog ponašanja opreme. To je bio osnovni cilj ovog ispitivanja.

Nalaženje i rešavanje eventualnog uzroka problema zahteva primenu numeričko-eksperimentalne dijagnostike čvrstoće elemenata.

Ovakav pristup treba da omogući određivanje stvarnog ponašanja konstrukcije, pouzdanu prognozu reagovanja konstrukcije u eksploataciji, dobijanje parametara izbora i odluka, određivanje uzroka lošeg ponašanja ili popuštanja konstrukcije, procenu eksploatacionog veka i vremena pouzdanog rada konstrukcije.

Formiranje baze podataka o opremi predstavlja proces prikupljanja raspoložive dokumentacije: proizvođačka, atestna, katalozi i uputstva, eksploataciona, pregledi dosadašnjih oštećenja, izveštaji o izvršenim ispitivanjima, registar kvarova i dr.

Utvrdjivanje tehničkog stanja opreme obuhvata pregled i defektažu čelične konstrukcije, mašinske i elektropreme sa svih aspekata. Segmenti koji čine analizu opreme su:

- prikupljanje podataka o radu i strukturi zastoja (formiranje baze podataka),
- stepen kritičnosti elemenata, definisanje kriterijuma za revitalizaciju (sanaciju, zamenu i/ili modernizaciju) pojedinačnih sklopova,
- analiza efikasnosti radnih elemenata (na osnovu kapacitativnog koeficijenta) i usklađivanje sistema za kopanje sa radnom sredinom.

Ispitivanje funkcionalnosti, radne sposobnosti i karakterističnih pogonskih elemenata i elemenata čelične konstrukcije rotornog bagera SchRs630, se zasniva na definisanju sledećih parametara:

- merenje vibracija na karakterističnim mestima pogonskih grupa,
- merenje naponskog stanja na karakterističnim mestima konstrukcije,
- merenje opterećenja različitih pogonskih grupa preko izmerene struje.

Sve ove parametre treba odrediti pri radu rotronog bagera SchRs630 u uslovima selektivnog rada, za strogo definisane visine podetaža ponaosob.

2.1. Merenje vibracija na karakterističnim mestima pogonskih grupa

Vibracije predstavljaju određenu vrstu kretanja sastavnih delova sistema. Njih, osim nekih izuzetaka, izazivaju mehaničke smetnje i nedostaci. Uzrok vibracija mora da bude sila koja se menja, bilo prema svom pravcu ili prema svojoj veličini. Svaki uzrok vibracija ima svoje karakteristike, a osnovne su: frekvencija vibracija, amplituda vibracija, brzina vibracija i ubrzanje vibracija. Stvarni sadržaj karakteristika leži u činjenici što se one koriste za detekciju i opisivanje neželjenog kretanja sastavnih delova i/ili sistema.

Svaki rotirajući odnosno okretni deo, kao i svaki deo koji se pokreće na bageru, uzročnik je sopstvenih niskofrekventnih vibracija. Kada bager radi, odnosno kada je u procesu otkopavanja, ovim sopstvenim niskofrekventnim vibracijama koje su izuzetno složenog karaktera jer postoji mnogo izvora, treba dodati i vibracije izazvane od spoljašnjih dinamičkih opterećenja koje takođe imaju veliki broj izvora. Ovo se navodi iz vrlo prostog razloga, jer se zna da je najnepovoljnije stanje za jednu konstrukciju ustvari rezonantno stanje, odnosno kada dođe do poklapanja između sopstvenih niskofrekventnih vibracija i vibracija nastalih usled spoljašnjih dinamičkih opterećenja.

Vibrodijagnostika definiše određivanje sopstvenih frekvenci opreme, merenje vibracija, analiza vremenskog i frekventnog domena, dijagnostika vibracija i procena nivoa vibracija, kao i utvrđivanje trenda pojava anomalija.

Merenje vibracija se vrši na karakterističnim mestima pogonskih grupa: oslonac momentne poluge na konstrukciji, oba uležištenja vratila rotora motora, ulaz i izlaz uležištenja vratila reduktora, oslonci motora i reduktora na konstrukciji. Merenje se vrši u tri pravca: podužnom, poprečnom i vertikalnom, i to u sledećim slučajevima:

- merenje pri radu bagera na prazno,
- merenje pri radu bagera pod opterećenjem, u procesu kopanja.

Pogonske grupe na bageru SchRs630 na kojima se mere vibracije su: pogon radnog točka, pogon transportera na streli radnog točka i pogon transportera na istovarnoj streli.

Dijagrami koji se dobijaju su dijagrami brzina i ubrzanja u vremenskom i frekventnom domenu, sa karakterističnim dominantnim signalima i pikovima koji služe za kasniju stručnu analizu.

2.2. Merenje naponskog stanja na karakterističnim mestima konstrukcije

Pravilnim odabiranjem kritičnih mesta, kao i sa ograničenim brojem mernih mesta, dolazi se do određenih rezultata i saznanja o čeličnoj konstrukciji bagera SchRs630. U zavisnosti od konstrukcije i karaktera opterećenja izabrana je metoda merenja naprezanja materijala pomoću mernih traka. Osnovu za procenu rezultata merenja i merne tačke daje standard DIN 22261-2.

Postavljanje mernih traka na karakterističnim mestima konstrukcije treba izvesti u neopterećenom stanju konstrukcije bagera (bager oslonjen na oslonce - šticne). Treba definisati merne tačke na streli radnog točka, na glavi strele radnog točka, na lamelama, na centralnom stubu, na nosaču protivtega, na istovarnoj streli.

Potrebno je definisati veličinu napona, utvrditi priraštaj napona odnosno unutrašnje sile (Δ):

- u neopterećenom, rasterećenom stanju bagera (bager oslonjen na šticne),
- u statički opterećenom bageru (bager nije na šticnima, opterećen samo sopstvenom težinom),
- u dinamički opterećenom bageru (u procesu kopanja za različite visine rezova).

Dijagrami koji se dobijaju su dijagrami napona u vremenskom domenu i dijagram napona u zavisnosti od FFT, sa karakterističnim dominantnim signalima i pikovima koji služe za kasniju stručnu analizu.

2.3. Merenje opterećenja različitih pogonskih grupa preko izmerene struje

Definišu se opterećenja pogona radnog točka i okreta gornje gradnje, kao i opterećenja pogona transportera na bageru.

Merenje opterećenja pogona radnog točka i okreta gornje gradnje

Merenje ova dva različita pogona istovremeno u funkciji je procesa otkopavanja, odnosno utvrđivanja specifičnog otpora na kopanje, ali i stvarne snage koja se koristi pri procesu.

Elektromotori, kao motori za pogon radnog točka, izloženi su u radu promenljivom opterećenju, koje varira od opterećenja praznog hoda do maksimalnih (vršnih) opterećenja. Do ovoga dolazi zbog anizotropije materijala koji se otkopava i diskontinualnog rasporeda vedrica po obimu rotornog točka - ovo se može smatrati najčešćim uzrocima.

Ova promenljivost iziskuje poseban režim merenja snage koja se troši u procesu kopanja, a taj poseban režim je u stvari kontinualno merenje pomoću posebnog uređaja za merenje struje, određene brzine. On registruje momentnu struju, pomoću koje izračunavamo ukupnu snagu koja se troši u procesu kopanja, odnosno efektivnu snagu. Preko efektivne snage dobijamo angažovanu snagu. Uređaj istovremeno vrši merenje struje motora za pogon radnog točka i struje motora za pogon okreta gornje gradnje.

Specifični otpor materijala na kopanje određuje se, u najvećem broju slučajeva, preko merenja angažovane snage na motoru za pogon radnog točka. Međutim, znajući i da bočna sila komponente otpora na kopanje ima znatan uticaj na proces otkopavanja, uzima se u obzir i angažovana snaga motora za pogon okreta gornje gradnje bagera (kružno).

Pored uređaja, korišćeni su i instrumenti na bageru koji su u funkciji mikrotehnoških parametara bloka, odnosno određivanja sledećih parametara, a pomoću kojih se dolazi do specifičnih otpora materijala na kopanje (sledeći parametri se kontrolišu i pomoću mernih prenosivih uređaja koji treba da daju potvrdu instrumentima na bageru):

- brzina kružnog kretanja bagera (okret gornje gradnje),
- nastup bagera (debljine odreska),
- visinski položaj radnog točka i
- ugaoni položaj strele radnog točka (mereno od podužne ose bagera).

Otkopavanje materijala je veoma složen fizičko-mehanički proces i da specifični otpor materijala na kopanje, kao najreprezentativniji pokazatelj tog procesa, zavisi od brojnih i raznovrsnih činilaca:

- fizičko-mehaničkih karakteristika materijala koji se otkopava,
- konstrukcije i kinematike radnog organa i celog bagera,
- mikrotehnoških parametara bloka i
- kontakta između reznog elementa i materijala koji se otkopava.

Merenje opterećenja pogona transportera na bageru

Merenje opterećenja pogona transportera na bageru u funkciji je procesa utvrđivanja stvarne snage koja se koristi pri procesu transportovanja materijala. Merenja treba vršiti za tri različita radna slučaja:

- merenje pod radnim opterećenjem - traka puna,
- merenje pod opterećenjem - traka prazna,
- merenje pri kretanju pune trake.

Za merenje pod radnim opterećenjem, pri procesu kopanja bagera, kada je traka puna, kada je traka prazna i pri kretanju pune trake, dobijeni su signali struje i napona koji su pretočeni u dijagrame faktora snage, struje i stvarne snage koja je utrošena pri ovom procesu.

3. ISPITIVANJA KOJA SU OBAVLJENA NA BAGERU SCHRS630

Ispitivanja koja su obavljena na bageru SchRs630 (G1) su bila u cilju dokazivanja kapaciteta i trenutnog stanja i ponašanja pogonskih elemenata i elemenata čelične konstrukcije bagera pri selektivnom radu bagera. Znači, ispitivanje funkcionalnosti, određivanje otpora na kopanje, određivanje kapaciteta bagera, ispitivanje radne sposobnosti i karakterističnih pogonskih elemenata i elemenata čelične konstrukcije rotornog bagera SchRs630 (G1), je zasnovano na definisanju sledećih parametara:

- merenje opterećenje pogona radnog točka preko izmerene struje,
- merenje vibracija na karakterističnim mestima pogonskih grupa,
- merenje naponskog stanja i ubrzanja na karakterističnim mestima konstrukcije.

Sve ovi parametri su određeni pri radu, za strogo definisane visine podetaža ponaosob, odnosno:

- za 0.5-0.7 m visine reza,
- za 1-1.2 m visine reza,
- za 2-2.2 m visine reza,
- za 5-7 m visine reza.

Ukupna visina bloka koji je otkopavan 4.12.2009. godine na ugljenom sistemu površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje iznosi 10.5 m. Na Slici 1. je dat izgled vertikalnog preseka etaže koja se otkopavala.

3.1. Merenje opterećenja pogona radnog točka preko izmerene struje

Uređaj koji je korišćen za merenje struje pogona radnog točka je FLUKE-SW90W sa softverom FlukeView4.1®, ScopeMeter®Software. On registruje momentnu struju, pomoću koje izračunavamo ukupnu snagu koja se troši u procesu kopanja, odnosno efektivnu snagu. Preko efektivne snage dobijamo angažovanu snagu.

Specifični otpor materijala na kopanje određuje se, u najvećem broju slučajeva, preko merenja angažovane snage na motoru za pogon radnog točka.

Specifična rezna sila bagera SchRs630 (G1) iznosi 1000 N/cm pri kopanju uglja. U Tabeli 1. su dati činioci koji su neophodni za utvrđivanje otpora na kopanje, odnosno kapaciteta.



Slika 1. Vertikalni presek etaže uglja koja se otkopavala bagerom SchRs630 (G1)

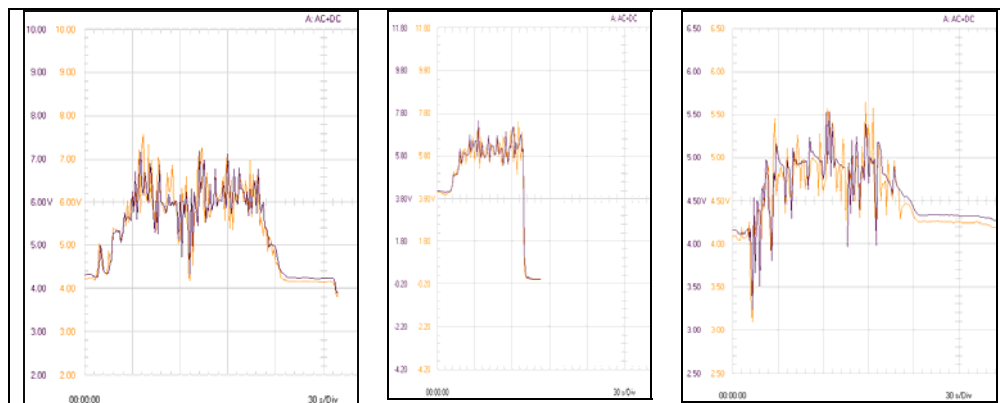
Tabela 1

	I rez	II rez	III rez (predplanum)	IV rez (planum)
Visina reza [m]	5.3	2	1	0.7
Ugao kopanja [$^{\circ}$]	70 – 12	66 – 7	56 – 10	55 – 0
Nastup bagera [cm]	Rez 1D = 40	Rez 3D = 70	Rez 5D = 60	Rez 7L = 80
	Rez 1L = 40	Rez 3L = 70	Rez 5L = 60	Rez 7D = 40
	Rez 2D = 20	Rez 4D = 35	Rez 6D = 30	/
	Rez 2L = 20	Rez 4L = 35	Rez 6L = 30	/
Brzina okreta bagera [m/min]	24-27	24-27	24-27	24-27
Radna sredina	Ugalj sa proslojcima	Ugalj	Ugalj	Jalovina

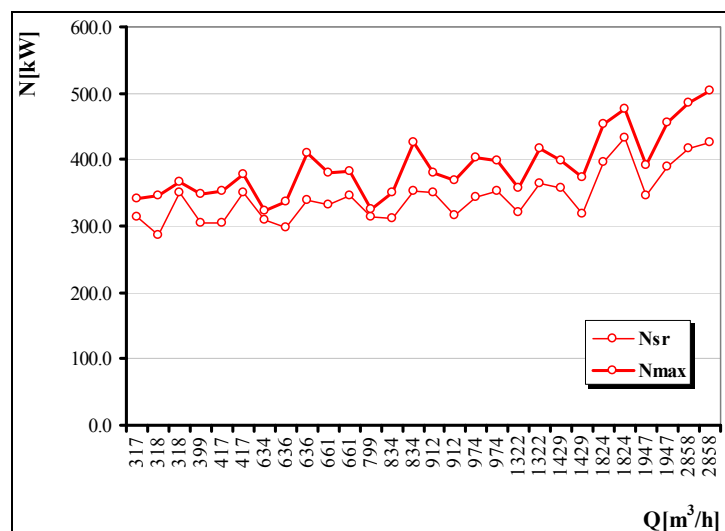
Na Slici 2. dati su dijagrami merenja struje na pogonu radnog točka bagera SchRs630, za izvedeni primer merenja, za visinu reza od 5.3 m.

Znajući da snaga pogona radnog točka odnosno jednog elektromotora iznosi 500 kW (u ovom slučaju ima dva elektromotora, odnosno 2*500 kW) i da asinhroni motor može da savlada 1.5-struki moment (750 kW momentne snage kod isključivanja po jednom pogonu), možemo konstatovati da je pogon dobro dimenzionisan sa aspekta kopanja pri selektivnom radu bagera. Utrošena snaga se kretala od oko 300 kW do oko 500 kW u zavisnosti od zadatih tehnoloških parametara.

Na Slici 3. dat je dijagram zavisnosti izračunate snage pogona radnog točka bagera SchRs630 (G1) i izračunatog ostvarenog kapaciteta, za date, poznate tehnološke parametre.



Slika 2. Izmerena struja pogona radnog točka za prvi rez 1L-D i 2L-D i nastupe od 40 cm i 20 cm. Specifična potrošnja energije je relativno velika za performanse radnog točka i pogona bagera SchRs630(G1). Ona se kreće u dijapazonu od 0.12 do 0.32 kWh/m³



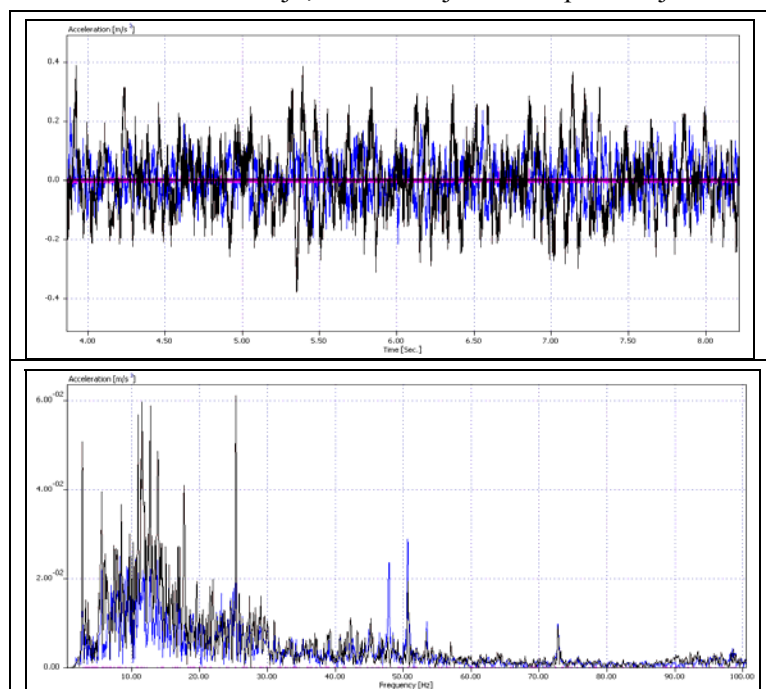
Slika 3. Dijagram zavisnosti snage pogona radnog točka bagera SchRs630 (G1) i kapaciteta

3.2. Merenje vibracija na karakterističnim mestima pogonskih grupa

Navodi se samo primer merenja vibracija na karakterističnim mestima pogona radnog točka bagera SchRs630 (G1). Pogon radnog točka rotornog bagera SchRs630 (G1) ima osnovne karakteristike koje ga svrstavaju u pogone velike snage sa aspekta definisanja vibracija. Te karakteristike su sledeće: instalisana snaga motora 2*500 kW, napon motora 6 kV, struja motora 59.5 A, karakteristika motora $\cos\varphi = 0.865$, nominalna snaga reduktora 2*500 kW, broj obrtaja motora 1,487 min⁻¹.

Merenje koje je obavljeno i koje se ovde prezentuje je izvršeno na mestu ulaznog para levog reduktora pogona radnog točka bagera SchRs630 (G1). Na slici 4 dati su dijagrami ubrzanja u vremenskom i frekventnom domenu za ove karakteristične tačke. Merenja su obavljena u horizontalnom (poprečnom pravcu na ulazno vratilo), vertikalnom (upravnom pravcu na ulazno vratilo) i aksijalnom pravcu (podužnom pravcu na ulazno vratilo).

Na osnovu dijagrama sa Slike 4. mogu se konstatovati male vrednosti ubrzanja na ulazu levog reduktora, te se može zaključiti dobro ponašanje ovog podsklopa, odnosno celog pogona. Na dijagramu ubrzanja u frekventnom domenu mogu se zapaziti određeni karakteristični pikovi koji imaju vrlo male amplitude pa ne predstavljaju veći problem. Takođe se mogu definisati i harmonici od pobude, odnosno 25 Hz, 50 Hz, 75 Hz, koji u ovom slučaju imaju vrlo male vrednosti (amplitude su manje od 0.06 m/s^2) za veličinu pogona koji se osmatra. Jednom rečju, dobro stanje i dobro ponašanje.



Slika 4. Dijagram ubrzanja u vremenskom domenu na ulazu levog reduktora pogona radnog točka. Dijagram ubrzanja u frekventnom domenu na ulazu levog reduktora pogona radnog točka

Zaključak ponašanja sistema za kopanje na osnovu ovog merenja vibracija:

- sva ubrzanja odnosno brzine ne prelaze dozvoljene vrednosti za veličinu pogonske grupe, pogotovo na malim frekvencama, koje manifestuju stanje konstrukcije pogonske grupe,

- očekivano loše ponašanje je da svi odzivi poseduju frekvencu od oko 25 Hz (prva pobudna frekvencija elektromotora) kao i njene harmonike, ali sa dosta malim vrednostima amplituda.

3.3. Merenje naponskog stanja i ubrzanja na karakterističnim mestima konstrukcije

Karakteristično mesto gde je izvršeno merenje je na uški lamele strele radnog točka koja predstavlja reprezentativno merno mesto na osnovu kojeg se donose zaključci o ponašanju konstrukcije. Na Slici 5. prikazano je merno mesto na uški lamele strele radnog točka bagera SchRs630 (G1).



Slika 5. Karakteristično merno mesto uške lamele strele radnog točka

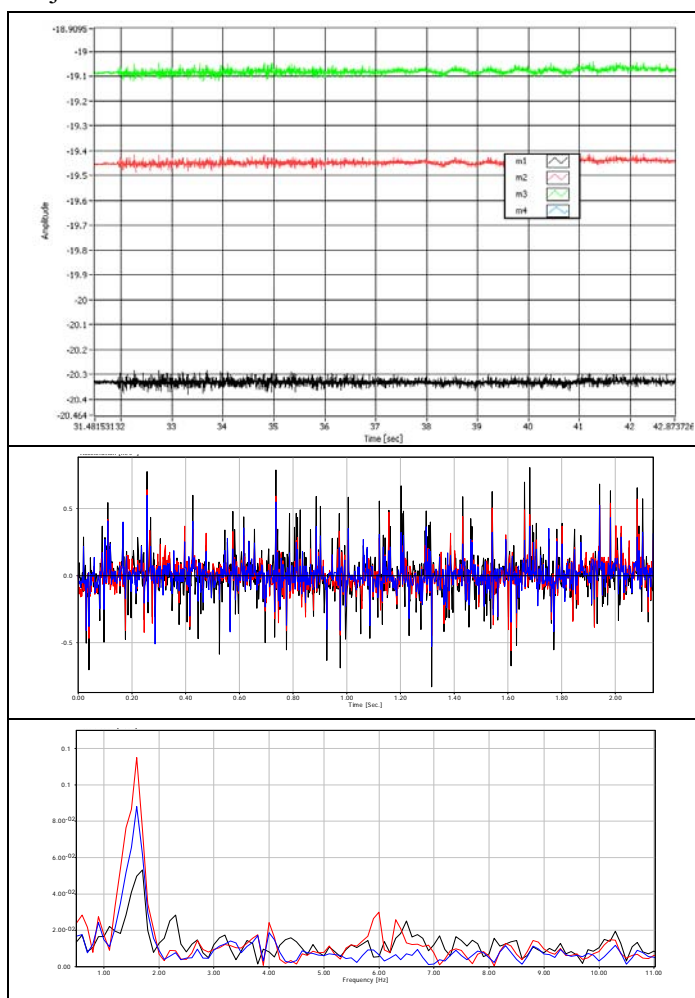
Signal napona sa uške lamele strele radnog točka je kontinualno skidan sa tri merne trake koje su instalirane na uški. Istovremeno su merena ubrzanja radi definisanja krajnjeg stava o stanju i ponašanju odgovorne čelične konstrukcije. Postavljanje mernih traka na uškama lamele izvedeno je u statički opterećenom stanju bagera.

U radu je dato merenje napona i ubrzanja koje je izvršeno pri procesu otkopavanja za visinu reza od $h = 1$ m. Takozvano sedmo merenje je obavljeno pri procesu kopanja bagera, gde su takođe kontinualno dobijeni signali u zavisnosti od tehnološke uslovljenosti rada bagera. Na slici 6 dati su dijagrami priraštaja sile (napona) za sva tri merna mesta na uški lamele, kao i ubrzanje u vremenskom i frekventnom domenu za malu visinu reza od $h = 1$ m, pri procesu reza u desnu stranu i pri nastupu od 60 cm.

Priraštaj napona na uški lamele istovarne strele iznosi maksimalno $30\text{--}40 \text{ N/mm}^2$ u početku procesa kopanja, a kasnije u proseku $10\text{--}25 \text{ N/mm}^2$ (maksimalno). Znajući da bager nije imao adekvatnu visinu bloka od 1 m i nastup od čak 60 cm, za maksimalni radni učinak, to se može zaključiti da je priraštaj napona zadovoljavajući i da je u granicama dozvoljenog. Ubrzanje u vremenskom domenu se kreće i do $0.75G$, što je zadovoljavajuće za poznate početne uslove. Karakteristične su niske frekvence do 10 Hz za analizu noseće čelične konstrukcije. Znajući da je broj istresaja 162 min^{-1} odnosno frekvencija kopanja od 2.7 Hz nije dominantna, odnosno ima malu amplitudu. Znajući da je bager kopao visinski blok od 1 m, uticaj frekvence na naponsko stanje u čeličnoj konstrukciji, nije dominantan. Amplituda karakterističnih frekvenci ubrzanja se kreće do vrednosti 0.13 m/s^2 , maksimalno.

Zaključak ponašanja noseće čelične konstrukcije bagera SchRs630 (G1) na osnovu ovih merenja:

- merenje opterećenja je izvršeno u opterećenom stanju bagera,
- veći priraštaji napona su pri većim visinama reza i većim nastupima bagera,
- izmerene vrednosti se mogu svrstati u zadovoljavajuće, odnosno da su u granicama dozvoljenog sa aspekta zamora konstrukcije,
- relativno povoljno dinamičko ponašanje pri selektivnom otkopavanju, i pri najmanjim visinama reza.



Slika 6. Signali napona za visinu reza $h = 1$ m, pri rezu 5D (u desno) i nastupu od 60 cm. Ubrzanje u vremenskom domenu za visinu reza $h = 1$ m, pri rezu 5D (u desno) i nastupu od 60 cm. Ubrzanje u frekventnom domenu za visinu reza $h = 1$ m, pri rezu 5D (u desno) i nastupu od 60 cm

4. ZAKLJUČAK

Cilj napred navedenih ispitivanja (merenje struje pogona radnog točka, vibracije na glavnim pogonskim grupama, naponsko stanje i ubrzanje na reprezentativnom mernom mestu čelične konstrukcije) pri unapred zadatim tehnološkim parametrima, je dokazivanje kapaciteta bagera ali i utvrđivanje ponašanja bagera pri selektivnom radu.

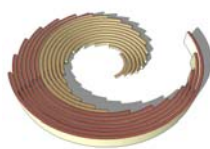
Definisane su četiri visine reza kao element koji bliže treba da odredi stvarno stanje i ponašanje, ali i da stvori kvalitetne podloge za dobijanje parametara za krajnje odlučivanje. Visine reza su bile uslovljene trenutnim položajem bagera SchRs630 (G1), ukupnom visinom bloka i proslojcima u okviru bloka. Tako su dobijene vrednosti visine rezova: I rez - 5.3 m, II rez - 2 m, III rez - 1 m i IV rez - 0.7 m.

Naponsko stanje i ubrzanje noseće čelične konstrukcije bagera, u zavisnosti od konstrukcije i karaktera opterećenja, odnosno metoda merenja naprezanja materijala pomoću mernih traka, definisano je preko nemačkog standarda DIN 22261-2. Za merenje vibracija korišćen je standard ISO 10816 - 3 koji je po pravilu primenljiv za pogonske grupe za ocenjivanje stanja mašine sa aspekta stvarne vrednost brzine vibracija za industrijske mašine sa snagom iznad 15 kW i nominalnom brzinom između 120 min^{-1} i $15,000 \text{ min}^{-1}$ merene in situ. Standard ISO 10816 - 1 je osnovni dokument koji daje generalne zahteve za evaluaciju vibracija mehanizacije korišćenjem merenjem postolja, odnosno nerotirajućih delova.

Napokon, dobijeni parametri svih izvedenih ispitivanja zadovoljavaju propisane vrednosti prema odgovarajućim standardima, odnosno prema normama, sa aspekta selektivnog otkopavanja rotornog bagera SchRs630 (G1) na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje.

Literatura

1. Vattenfall Europe, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, (2010), *Idejni projekat eksploatacije uglja na PK Radljevo*, Beograd
2. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, (2004), *Produžetak radnog veka osnovne opreme na površinskim kopovima uglja EPS-a - I faza Rotorni bageri*, Studija, Beograd
3. Jovančić, P., Ignjatović, D., Maneski, T., (2009), *Analysis of loading steel structure of bucket wheel excavator by stress condition measuring*, 26. Međunarodni simpozijum primenjene i eksperimentalne mehanike Danubia-Adria, Univerzitet u Leobenu, Austrija, Zbornik radova ISSN 978-3-902544-02-5, str. 87-88
4. Ignjatović, D., Jovančić, P., Maneski, T., (2006), *Diagnostics of behaviour of drive units on mining machines*, Mine planning and equipment selection MPES 2006 - vol. 1, Torino, Italy, Zbornik radova ISBN 88-901342-4-0, str. 107-112
5. Jovančić, P., Ignjatović, D., Tanasijević, M., Maneski, T., (2008), *Dijagnostikovanje stanja i ponašanja rotornih bagera u cilju njihove revitalizacije*, časopis Tehnika - Rudarstvo, geologija, metalurgija, Beograd, ISSN 0040-2176, No. 3, str. 9-18



RAZVOJ SISTEMA NA OTKRIVCI U PROŠIRENOM JUŽNOM DELU POVRŠINSKOG KOPA POLJE D

DEVELOPMENT OF OVERBURDEN SYSTEMS IN EXPANDED SOUTHERN PART AT THE OPEN CAST MINE FIELD D

Jovičić V.¹, Ristovski Lj.², Nikolić R.³, Arsenijević S.⁴

Apstrakt

Da bi se otkrile potrebne količine uglja, pristupilo se otkopavanju otkrivke u proširenom delu površinskog kopa Polje D na njegovoj južnoj strani. Prvi sistem koji je počeo sa otkopavanjem otkrivke na novoj lokaciji je Ia BTO sistem, a nakon njega uključili su se u rad V, II i IV BTO sistemi, da bi se otkrio glavni i povlatni ugljeni sloj. Ugljeni slojevi su vrlo složene konfiguracije, pa je i otkopavanje otkrivke u ovom delu kopa specifično.

Ključne reči: *Površinski kop, ugalj, otkopavanje otkrivke*

Abstract

In order to provide necessary amounts of coal, new excavations of overburden are organized in expanded part of open cast mine Field D at southern side. The first system which started overburden excavation work was Ia BTO system, followed by V, II and IV BTO systems and main purpose was to uncover leading and upper coal seam. Coal layers are with complex configuration and overburden excavation in this part of open mine is specific.

Key words: *Open cast mine, coal, overburden excavation*

¹ Vesna Jovičić, dipl. inž., PD RB Kolubara, DP Kolubara-Površinski kopovi, Lazarevac,

² Ljiljana Ristovski, dipl. inž., PD RB Kolubara, DP Kolubara-Površinski kopovi, Lazarevac,

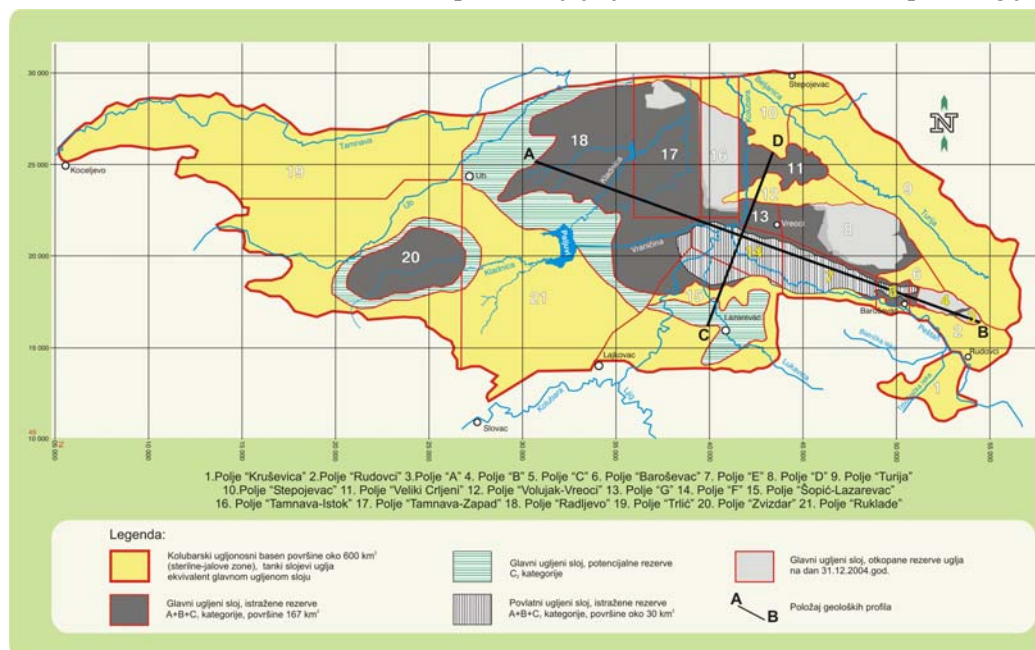
³ Ruža Nikolić, dipl. inž., PD RB Kolubara, DP Kolubara-Površinski kopovi, Lazarevac,

⁴ Svetlana Arsenijević, dipl. inž., PD RB Kolubara, DP Kolubara-Površinski kopovi, Lazarevac,

1. UVOD

Kolubarski ugljonošni basen se nalazi na oko 50 km jugozapadno od Beograda. Prostire se na zapadu do toka reke Kolubare i njenih glavnih pritoka: Lukavice, Peštana, Turije i Beljanice na istočnoj, Koceljeva, na istoku do Rudovaca, severu do Stepojevca i na jugu do Lajkovca odnosno Slovca. Obuhvata srednji Tamnave sa Ubom i Kladnice na zapadnoj strani. Basen obuhvata delove teritorija opština Lazarevac, Lajkovac, Ub i Obrenovac.

U okviru ukupne površine Kolubarskog basena (Slika 1.) od oko 600 km², površinama pod ugljem, tj. prostorima sa istraženim geološkim rezervama uglja, pripada oko 167 km², dok ostali delovi basena predstavljaju jalove-sterilne zone sa aspekta uglja.



Slika 1. Pregledna karta kolubarskog basena sa položajem ležišta

Rekom Kolubarom basen je podeljen na istočni i zapadni deo. Istočni deo basena smešten je između reke Turije, Peštana i Kolubare i prema stepenu istraženosti i pripremljenosti za površinsku eksploataciju uglja, podeljen je na 9 geološko-ekonomskih celina-ležišta i to: A, B, C, D, E, F, G, Veliki Crljeni i Šopić-Lazarevac. Za sada se eksploatacija uglja obavlja u ležištima Polje B, Polje D, Veliki Crljeni, a na Polju A je završena. U ostalim ležištima se sprovode detaljna geološka istraživanja. Zapadni deo basena je prostorno smešten između reke Kolubare na istoku i Tamnave i Uba na severozapadu i podeljen je na sledeća ležišta: Tamnava-Istočno Polje, Tamnava-Zapadno Polje, Radljevo, Zvizdar, Ruklade i Trlić, od kojih je sada u eksploataciji Tamnava-Zapadno Polje, a na Tamnava-Istočno Polje je završena.

U južnoj završnoj kosini površinskog kopa Polje D radi jedan ugljeni sistem (BTS) i četiri jalovinska sistema: Ia, II, IV i V BTO sistem.

U 2010. godini, rotorni bager SRs 1300*26/5 (G-8) otkopavaće ugalj iz glavnog ugljenog sloja. U 2011. godini ugalj će se otkopavati, kako iz glavnog ugljenog sloja, tako i iz povlatnog. Pravac otkopavanja je istok-zapad, a napredovanje fronta radova je ka jugu. Front radova sistema na otkrivci je ka jugu. V i Ia BTO sistemi razvijaju se ispred BTS sistema, dok IV i II BTO sistem otkopavaju iza ugljenog sistema (2010.).

Početkom 2011. godine, etaža II BTO sistema biće iza BTS sistema, a kasnije ispred, jer će otkopavati jalovinu između glavnog i povlatnog ugljenog sloja.

3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Prostor koji obuhvata južna završna kosina površinskog kopa Polje D izgrađuju tvorevine: paleozoika koje čine osnovu terena, ponta, čiji su sedimenti ekonomski najznačajniji u okviru ležišta, i kvartara koji čini pokrivač svim tvorevinama.

Ugljonosni sedimenti u južnoj završnoj kosini površinskog kopa Polje D po aktuelnoj podeli su miocenske starosti. Fundament ležišta uglja u južnoj završnoj kosini površinskog kopa Polje D predstavljaju tvorevine osnovnog gorja, odnosno paleozojski škriljci i daciti, koji su u potpunosti ili delimično raspadnuti. Morfološki glavni ugljeni sloj javlja se u obliku kontinuiranog sloja, generalnog pravca pružanja zapad-istok. U severnom delu prostora koji obuhvata južna završna kosina površinskog kopa Polje D glavni ugljeni sloj je subhorizontalan, sa blagim tonjenjem ka zapadu pod uglom $3-5^{\circ}$, a u južnom delu glavni ugljeni sloj se povija, odnosno, podvlači u Polje E pod uglom $20-25^{\circ}$. Debljina glavnog ugljenog sloja ima promenljive vrednosti i raste od severa, gde iznosi oko 15 m, prema južnom delu gde njegova debljina iznosi oko 50 m. Glavni ugljeni sloj je ispresecan proslojcima jalovine, odnosno gline i ugljevite gline, čija se debljina kreće od nekoliko centimetara do par metara. Glina je u proslojcima masna, plastična, sivo mrke boje. Povlatu glavnog ugljenog sloja čine gornjopontski sedimenti i to: gline, peskovite gline i peskovi.

Glina masna, visoko plastična, tamnosive i sivozelene boje, ugljevita, i sa fragmentima uglja, nalazi se u neposrednoj povlati glavnog ugljenog sloja. Prostorno ove gline zauzimaju uzan pojas u severnom delu Polje E i nastavljaju se prema Polju D. Njihova debljina varira od 1-4 m.

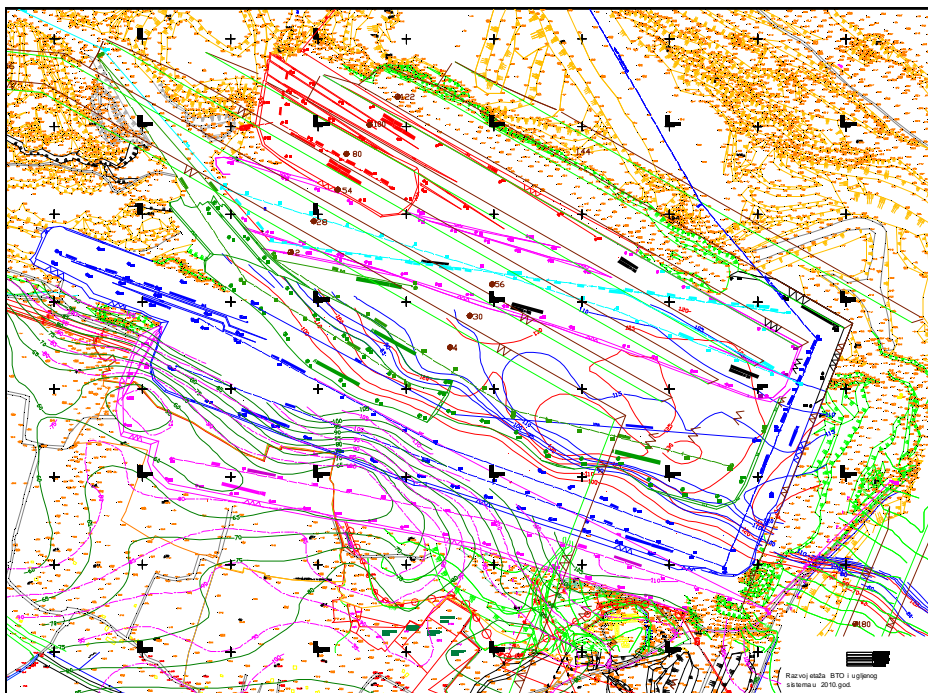
Povlatni ugljeni sloj je najvećim delom u prostoru koji obuhvata južna završna kosina površinskog kopa Polje D erodovan i javlja se samo u njegovom krajnjem južnom delu (Polje E). Povlatni ugljeni sloj je manje debljine od glavnog ugljenog sloja, ali je njegova debljina ujednačena i iznosi oko 20 m. Prošaran je proslojcima gline, masne, plastične, sivozelene boje, debljine od desetak cm do 2 m.

4. RUDARSKO TEHNOLOŠKI DEO

U južnoj završnoj kosini površinskog kopa Polje D, na otkopavanju uglja radi BTS sistem, i to otkopavajući glavni ugljeni sloj. Na otkopavanju otkrivke angažovana su četiri BTO sistema: Ia, II, IV i V BTO sistem. Napredovanje fronta radova uslovljeno je granicama za eksproprijaciju, objektima Pomoćne mehanizacije, kao i završnom kosinom.

4.1. Tehnologija rada u 2010. godini

Stanje radova na kraju 2010. godine prikazano je na Slici 2.



Slika 2. Stanje radova na Polju D na kraju 2010. godine

Tehnologija rada Ia BTO sistema

Na etaži Ia BTO sistema, rotorni bager SRs1200*22/2+VR(G-I) otkopava visinske i dubinske blokove duž transportera B.10 i B.27 i pored B.14 zbog ocedivanja etaže. Početna dužina transportera B.14 je 265 m, sa niveletama 112-108. Dužina transportera B.27 je 664 m, sa niveletama 111-125 a dužina B.10 je 858 m, sa niveletama 125-126. Otkopavanje duž transportera B.10 se vrši najpre uz radijalna pomeranja B.10 na visinsku stranu uz otkopavanje blokova na visinskoj strani i dubinskih blokova na dubinskoj strani uz čišćenje povlate glavnog ugljenog sloja. Do povlate ugljenog sloja, jalovinu otkopava dreglajn EŠ-10. Sledi poluparalelno pomeranje transportera B.10, a transporter B.27 se radijalno pomera.

Nakon toga, transporter B.10 se do VI položaja pomera radijalno uz otkopavanje visinskih i dubinskih blokova bez promene nivelete. U VII položaju etažnog transportera B.10, spušta se presip B.27 - B.10 na niveletu 121 m, da bi se u svakom sledećem pomeranju presip spušta na nižu niveletu, prateći povlatu glavnog ugljenog sloja sve do nivelete 113-111 m. Na ovaj način duž B.10, bager će otkopati visinski i dubinski 3,500,000 cm^3 . Duž B.27 od položaja I do položaja IV bager će otkopati dubinski i visinski 1,150,000 cm^3 .

Duž transportera B.14, dužine 265 m, sa niveletama 112-108 m, bager otkopava visinski blok uz vršenje sukcesivnih produžetaka od po 60 m, sa spuštanjem nivelete povratne stanice od 3% do nivelete 99 m, zbog izvođenja odvodnjavanja trase. U ovoj fazi je potrebno obezbediti niveletu povratne stanice etažnog transportera 120, presip B.27-B.10 -111, i niveletu povratne stanice B.14 -99, zbog odvođenja vode ka Polju D, ka vodosabirniku. Nakon otkopavanja visinskog bloka, G-I će otkopati dubinski blok. Duž ovog transportera G-I će otkopati visinski i dubinski 800,000 cm^3 .

Nakon toga, postavlja se transporter B.14 u usek otvaranja i pogonska stanica B.14 se vezuje na povratnu stanicu B.10. B.14 se postavlja u dužini od 422 m, sa kotom 120-125 m. G-I otkopava visinski blok do nivelete završne kosine 122 m. Slede produžeci transportera B.14 uz otkopavanje visinskih blokova (60,000 cm^3).

Nakon toga, sistem ide u investicionu opravku. Sledi rekonstrukcija sistema, i odlagališta Ia BTO i II BTO sistema će biti zamenjena. Prvi transporter na sistemu biće B.27, sa niveletama 111-102 i B.10 sa niveletama 120-111 m. Duž transportera B.10 od položaja X do položaja XII bager će visinski otkopati 670,000 cm^3 . Etažni transporter B.27 se radijalno pomera do etaže V BTO sistema (770,000 cm^3). Mase koje ostaju do povlate uglja otkopaće bager dregaljn EŠ-10, koje će dobacivati u dohvat bagera G-I (Slika 2.).

Tehnologija rada II BTO sistema

Na etaži II BTO sistema, u prvoj fazi rotorni bager SRs1200*24/4+VR(G-III) otkopava visinske i dubinske blokove duž etažnog transportera B.4. Dužina transportera B.4 (I položaj) je 992 m sa niveletama 129-99 m. G-III otkopava dubinski blok sa spuštanjem oba transporta ka povratnoj stanici.

Slede radijalna pomeranja transportera B.4 sa skraćenjima na povratnom delu, tako da je na kraju I faze dužina transportera B.4 388 m i niveletama 108-99 m. G-III otkopava visinske blokove sa dubinske strane transportera, i dubinski blok. Na niveleti 100, montira se novi položaj transportera B.4 dužine 402 m na niveletama 100-99 m. Slede radijalna pomeranja transportera B.4 na visinsku stranu sa produžecima do sučeljavanja sa IV BTO sistemom.

Posle rekonstrukcije na Ia BTO sistemu, transporter A.7 se izbacuje, a transporter B.8 postaje vezni transporter II BTO sistema. Transporter B.4 se montira u dužini od 830 m i niveletama 100-94 m, do uklapanja na transporter B.8. G-III visinskim radom obrađuje završnu kosinu 100 i otkopava dubinski blok.

Slede produžeci transportera B.8, i B.4 se pomera u otkopani prostor (-8 m), a G-III otkopava dubinski i visinski blok. Transporter B.8 se produžava 60 m, a transporter B.4 uklapa na povratnu stanicu B.8 (-6 m) tako da se nivelete transporter B.4 spuštaju na 80-100 m. G-III otkopava visinski blok sa dubinske strane, stvarajući uslove za montiranje novog položaja transporter B.4. (100 m), i G-III do kraja godine radi visinski blok za produžetke transporter B.4 i formira završnu kosinu 80. (Slika 2.). U zoni pogonske stanice transporter B.4 neophodan je rad bagera dreglajna zbog očeđenja etaže.

U I i II fazi visinskim i dubinskim radom G-III otkopava 4,900,000 čm^3 , a visinskim i dubinskim radom u III fazi 1,700,000 čm^3 .

Tehnologija rada IV BTO sistema

Na etaži IV BTO sistema, (Slika 2.), otkrivka se otkopava u dve faze rotornim bagerom SRs1201*24/4+VR(G-II). Rotorni bager otkopava pored transporter B.20 koji se produžava i izdiže na povratnom delu, sa 3% uspona. Dužina tranportera B.20 je 997 m, od nivelete 90 do 117 m. Sledi postavljanje novog etažnog transporter, dužine 480 m, po niveleti 122. Novi etažni transporter se radijalno pomera 60 m na povratnoj stanici. Rotorni bager G-II otkopava visinske blokove pored transporter B.20 (1,200,000 čm^3) i novog etažnog (1,500,000 čm^3).

Rotorni bager G-VIII, otkopava ugalj pored transporter 1.1. G-II će otkopavati pored transporter B.20 koji se spušta na povratnom delu sa nivelete 117 na niveletu 100 m. Novi etažni transporter postavlja se na podinu uglja (100) i uklapa na transporter B.20. Rotorni bager G-II otkopava visinske i dubinske blokove. Transporteri se radijalno pomeraju, pogonski deo transporter B.20, uz skraćenje transporter A.12, spušta se sa nivelete 90 m na niveletu 80, a na povratnom delu na 96 m. (Slika 2.). N.E.T.-100 uklapa se sa pogonskim delom na transporter B.20. Povratni bubanj se pomera i spušta sa nivelete 110 do nivelete 104. U projektovanim blokovima ima 4,300,000 čm^3 .

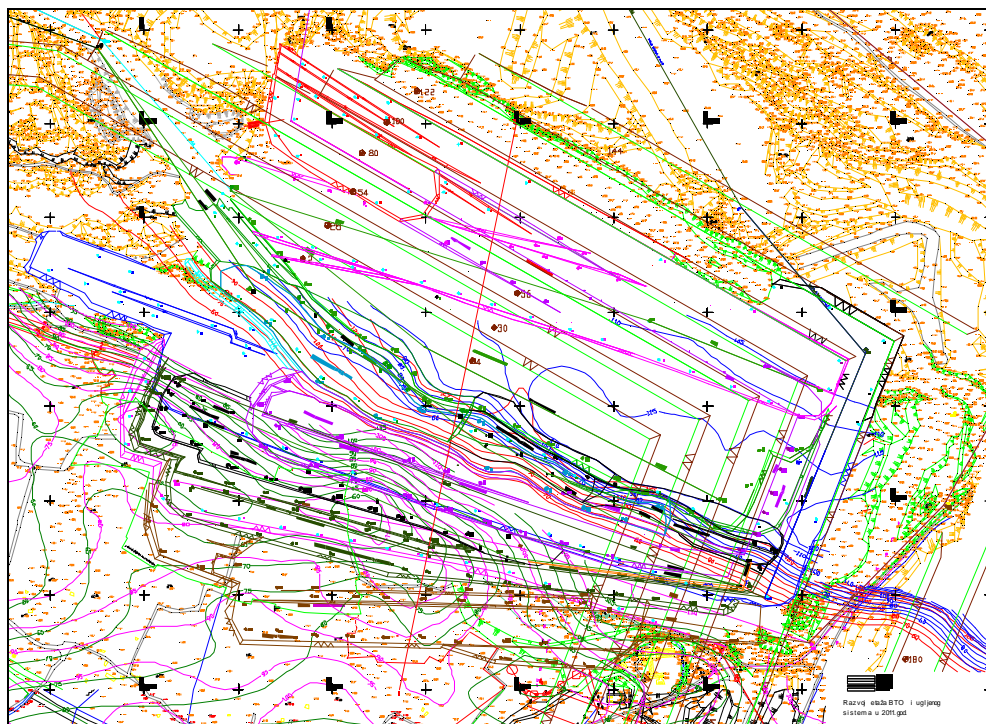
Tehnologija rada V BTO sistema

Na etaži V BTO sistema otkopavaju se visinski i dubinski blokovi duž transporter A.17 i visinski duž transporter A.18, rotornim bagerom SRs1200*24/4+VR(G-IV), uz njihova radijalna pomeranja (za transporter A.17 i A.18).

V BTO sistem je prvi jalovinski sistem, sa transporterima A.17 i A.18, čije su nivelete 125-129 i 129-140 m. Rotorni bager G-IV pored ovih transporter otkopava otkrivku visinskim blokovima, a kasnije i dubinski blok sa visinske strane transporter A.17. G-IV stvara uslove za produžetke transporter A.17., G-IV će duž ovog transporter otkopati i dubinske blokove sa visinske i dubinske strane i pomeranje transporter u otkopani prostor na dubinsku stranu do nivelete 115, a kasnije i 107 m. U projektovanim visinskim i dubinskim blokovima ima 6,500,000 čm^3 .

4.2. Tehnologija rada u 2011. godini

Stanje radova na kraju 2011. godine prikazano je na Slici 3.



Slika 3. Stanje radova na Polju D na kraju 2011. godine

Tehnologija rada Ia BTO sistema

Na etaži Ia BTO sistema, rotorni bager SRs1200*22/2+VR(G-I) otkopava visinske i dubinske blokove duž transportera B.27 i B.10. Na početku 2011. godine, dužina transportera B.27 je 764 m, sa niveletama pogonske i povratne stanice 107-100 m, a dužina transportera B.10 je 888 m, sa niveletama pogonske i povratne stanice 120-107 m. Rotorni bager otkopava visinske i dubinske blokove uz paralelna pomeranja transportera B.27 od 50 m i radijalna pomeranja transportera B.10 oko pogonske stanice, a na povratnoj stanici do uklapanja na pogonsku stanicu B.27.

U svakom sledećem položaju izvršeno je spuštanje povratne stanice B.27, transportera B.27, i presipa B.27-B.10 i delom transportera B.10.

Spuštanja su vršena zavisno od dubine zaleganja povlatnog ugljenog sloja. Na deonicama na kojima rotorni bager dubinskim radom ne otkrije povlatu uglja, to će učiniti dreglajn. Uz paralelna pomeranja transportera B.27 i radijalna pomeranja B.10, transporter B.27 će sukcesivnim spuštanjem u VI položaju imati nivelete pogonske i povratne stanice 93-88 m, a transporter B.10 nivelete pogonske i povratne stanice 120-93. U VI položaju transporter B.27 se skraćuje 120 m i pomera radijalno oko pogonske stanice sa korakom pomeranja 50 m na povratnoj stanici. U VII položaju transportera B.27 nivelete pogonske i povratne stanice su 93-89 m.

Sledi još jedno paralelno pomeranje transportera B.27 od 50 m i radijalno pomeranje transportera B.10 oko pogonske stanice sa uklapanjem povratne stanice na pogonsku stanicu B.27, uz zadržavanje niveleta iz prethodnog položaja. Duž VIII položaja transportera B.27 i VII položaja transportera B.10 otkopava se takođe i visinski i dubinski blok. Otkopavanje dubinskog bloka se vrši tako što se od povratne stanice transportera B.27 spušta oba transporta -4 m idući prema pogonskoj stanici i prema transporteru B.10 (240 m od povratne stanice B.10). Nakon toga, bager G-I spušta veliki transport -4 m u odnosu na mali transport u istom pravcu, a u odsupanju radi kasete odstup-nastup. Prema povratnoj stanici transportera B.10, G-I spušta oba transporta -4 m, a u odsupanju radi odstup-nastup. Rotorni bager će ovakvom tehnologijom rada, od I do VIII položaja transportera B.27 i od I do VII položaja transportera B.10, otkopati ukupno visinski + dubinski: 6,900,000 cm^3 , u koje ulaze i gomile koje će bager dreglajn otkopati, otkrivajući krovinu povlatnog ugljenog sloja (Slika 3.).

Tehnologija rada II BTO sistema

U 2011. godini rotorni bager SRs1200*24/4+VR (G-III) nastavlja da otkopava visinski blok duž etažnog transportera B.4. Na početku 2011. godine dužina transportera B.4 je 414 m, sa niveletama povratne i pogonske stanice 80-80 m. G-III otkopava visinski blok za produžetke transportera B.4 sa 3% uspona do nivelete 100 m. Planirano je ubacivanje pogonske stanice (I N.T.). Tada se postavlja novi transporter po završnoj kosini 100 (II N.T.) G-III otkopava visinski blok za produžetke II N.T. Visinskim radom duž transportera B.4 i I N.T. i II N.T. transportera G-III otkopava (650,000+700,000 cm^3).

Tada se montira novi etažni transporter u dužini od 502 m i niveletama povratne i pogonske stanice 94-94 m (III N.T.). G-III otkopava visinski blok duž novopostavljenog transportera. Sledi radijalno pomeranje oko pogonske stanice, sa korakom od 60 m na povratnoj stanici. Duž II položaja N.T., G-III otkopava visinski i dubinski blok spuštajući oba transporta ka povratnoj stanici. Sledi radijalno pomeranje u otkopani dubinski blok (-4 m) (III položaj). Sa ove pozicije transportera, G-III otkopava dubinski blok. Sledi pomeranje u otkopani prostor (-4 m) (IV položaj), a G-III otkopava visinski blok za produžetke transportera sa 3% pada. Dužina transportera je 896 m sa niveletama povratne i pogonske stanice 75-94 m.

U ovoj fazi otkopavanja, ubacuje se vezni transporter dužine 100 m i niveletama povratne i pogonske stanice 94-94 m, a transporter se poluparaleleno pomera u V položaj.

Zadržavajući niveletu povratne stanice, III N.T. se radijalno pomera dva puta do VII položaja, posle čega slede produžeci do konačne dužine od 1,190 m. G-III otkopava dubinski blok ka povratnoj stanici. Sledi pomeranje u otkopani prostor (-8 m) (VIII položaj). Duž VIII položaja E.T. G-III sa desne strane otkopava visinski blok, a sa leve strane visinski i dubinski blok. Sa leve strane III N.T., G-III otkopava otkrivku do krovine glavnog ugljenog sloja, a sa desne strane tangira povlatni ugljeni sloj.

Visinskim i dubinskim radom u ovoj fazi G-III otkopava 4,950,000 cm^3 .

Tehnologija rada IV BTO sistema

Na etaži IV BTO sistema, rotorni bager SRs1201*24/4+VR(G-II) otkopava visinske i dubinske blokove pored transportera B.20 i N.T.

Dužina transportera B.20 (I položaj) je 1,162 m, sa niveletama povratne i pogonske stanice 96-80 m, a N.T. je dužine 484 m, sa niveletama povratne i pogonske stanice 104-96 m. G-II otkopava visinske blokove pored B.20 i N.T. Sledi radijalno pomeranje transportera B.20 (II položaj) i paralelno pomeranje transportera N.T. (korak 60 m) (II položaj). Pored II B.20 i II N.T. G-II otkopava visinski i dubinski blok spuštajući oba transporta ka povratnim stanicama. Slede radijalna pomeranja B.20 u otkopani prostor (-4 m) i poluparalelno pomeranje N.T. u otkopani dubinski blok (-4 m). Rotorni bager sa dubinske strane etažnih transportera otkopava visinski blok. Transporter B.20 se skraćuje 50 m na povratnom delu i radijalno pomera 60 m (IV položaj) a N.T. se postavlja u novi položaj dužine 850 m i niveletama povratne i pogonske stanice 98-91 m. G-II otkopava visinske blokove duž transportera B.20 i N.T. koji i u V položaju zadržavaju nivelete povratne i pogonske stanice. Pored V položaja transportera B.20, G-II otkopava i dubinski blok, tako da se niveleta povratne stanice u VI položaju spušta na 87, a N.T. se radijalno pomera sve do VII položaja zadržavajući niveletu 98. Pored VII položaja N.T. G-II radi dubinski blok idući ka povratnoj stanici. Sledi radijalno pomeranje istog u otkopani prostor (-4 m) (VII položaj). Na kraju 2011. godine dužina etažnog transportera B.20 je 660 m sa niveletama povratne i pogonske stanice 87-80 m, a dužina N.T. je 876 m i niveletama povratne i pogonske stanice 94-87. IV BTO sistem tangira podinu glavnog ugljenog sloja sa leve strane transportera N.T. (podina 94 m).

Visinskim i dubinskim radom G-II u 2011. godini otkopava 6,400,000 čm³ (Slika 3.).

Tehnologija rada V BTO sistema

Na etaži V BTO sistema, rotorni bager SRs1200*24/4+VR(G-IV) otkopava dubinske i visinske blokove duž transportera A.17 i A.18. U I položaju, transporter A.17 je dužine 924 m, sa niveletama pogonske i povratne stanice 129-110 m, a transporter A.18 je dužine 807 m, sa niveletama pogonske i povratne stanice 140-129 m.

U II položaju transporter A.17 se paralelno pomera 60 m, a transporter A.18 se radijalno pomera oko pogonske stanice sa uklapanjem povratne stanice A.18 na pogonsku stanicu A.17. Presip A.17 - A.18 se spušta -2 m, sa nivelete 129 na niveletu 127 m.

Do IV položaja A.17 i A.18, presip zadržava niveletu 127. Dubinskim radom u delu povratne stanice transportera A.17 omogućuje se niveleta 104, a na presipu A.17 - A.18 niveleta 118 m (spuštanjem oba transporta -2 m, pa spuštanjem velikog transporta -7 m u odnosu na mali transport). U V položaju postavlja se transporter A.17 sa niveletama pogonske i povratne stanice 118-104 m, i transporter A.18 sa niveletama pogonske i povratne stanice 118-140 m. Bager otkopava visinski blok. Iz V položaja, transporter A.17 se poluparalelno pomera, a transporter A.18 se radijalno pomera u VI položaj oko pogonske stanice sa korakom pomeranja na povratnoj stanici do uklapanja na pogonsku

stanicu transportera A.17. Duž VI položaja transportera A.17 bager spušta oba transporta -2 m na visinskoj strani transportera na rastojanju 520 m od povratne stanice A.17, gde izlazi na nulu, (na niveleti 107 m), 100 m od povratne stanice. Nakon toga, spušta veliki transport -4 m u odnosu na mali transport.

Na dubinskoj strani 100 m od presipa A.17 - A.18, bager spušta oba transporta -2 m nastavljajući i duž transportera A.18, 210 m od pogonske stanice A.18. Nakon toga, spušta i veliki transport -7 m u odnosu na mali transport. Postavlja se transporter A.17 u VII položaj sa niveletama pogonske i povratne stanice 116-104, i transporter A.18 sa niveletama pogonske i povratne stanice 140-116 m. Dužina transportera A.18 je 538 m, a transportera A.17 je 966 m. Etažni transporter A.17 se pomera radijalno oko pogonske stanice sa korakom pomeranja 60 m na povratnoj stanici. Bager duž VII i VIII položaja transportera A.17 otkopava kompletan dubinski blok -10 m idući prema pogonskoj stanici, a na visinskoj strani otkopava visinski blok. Ovakvom tehnologijom, dubinskim i visinskim radom, rotorni bager SRs1200*24/4+VR(G-IV) će duž transportera A.17 i A.18 otkopati 9,200,000 čm³ (Slika 3.).

5. ZAKLJUČAK

Činjenica je da će razvoj površinske eksploatacije u predstojećem periodu (do 2020. godine), biti mnogo složeniji i teži nego do sada, jer je eksploatacija uglja na površinskom kopu Tamnava-Istočno Polje već završena, a površinski kop Polje D ulazi u završnu fazu eksploatacije. Situaciju otežava i to da su uslovi eksploatacije na površinskim kopovima koji predstavljaju zamenske kapacitete (Polje E i Južno Polje) znatno složeniji.

Proširenje površinskog kopa Polje D, u ovom trenutku, moguće je na lokaciji Južno krilo (atar sela Zeoka, odnosno deo prostora Polja E). Južna granica površinskog kopa Polje D je veštačka i određena je, pre svega, bitno drugačijom morfologijom ugljenog sloja, koji naglo zaleže ka jugu, a time je i definisana granica drugog geološkog polja - Polje E.

Prostor koji će se otkopavati u proširenju južne granice površinskog kopa Polje D, je sa istoka ograničen usekom otvaranja površinskog kopa Polje D, a sa juga objektima Pomoćne mehanizacije. Severna granica je površinski kop Polje D, a ona je postavljena tako da se otkopa sav preostali ugalj prema Polju D.

Kada se obezbedi varijanta proširenja Polje D, na prostor MZ Vreoci, proizvodnja će se nastaviti u poznatim i još povoljnijim uslovima i sa uhodanom tehnologijom, što će još doprineti razvoju Polja E, (koje će ući u težu fazu eksploatacije), a time će se obezbediti i dalje kontinualno snabdevanje termoelektrana dovoljnim količinama uglja.

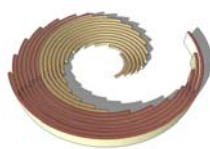
Literatura

1. PD RB Kolubara, DP Kolubara - Površinski kopovi, (2010), *Uprošćeni rudarski projekat otkopavanja otkrivke i uglja u južnoj završnoj kosini površinskog kopa Polje D*, Baroševac

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

OBRAČUN TROŠKOVA RUDARSKIH KOMPA NIJA PO PROCESIMA I FORMIRANJE TRANSFERNIH CENA

COST CALCULATION OF MINING COMPANY BY PROCESSES AND FORMING OF TRANSFER PRICNG

Jovićić V.¹, Čeran N.², Radovanović V.³

Apstrakt

Transferna cena, kao metoda za obračun troškova i novčani izraz razmene internih proizvoda/usluga, utvrđuje se kako bi se adekvatno i korektno determinisalo učešće svakog učesnika u internom transferu i merila njegova efikasnost i efektivnost. Osnovu za izgradnju metode za obračun troškova i formiranje transfernih cena čini procesni model površinske eksploatacije. Transferne cene se formiraju na bazi informacija o procesnim troškovima, koje moraju biti pouzdane i precizne. Primena obračuna procesnih troškova omogućava identifikovanje slabih tačaka u procesnim aktivnostima, neiskorišćene kapacitete i nerentabilne proizvode, a kroz upravljanje troškovima, optimizovanje procesnih aktivnosti i optimalan utrošak resursa, materijala i energije što u krajnjem dovodi do povećanja efektivnosti i efikasnosti cele kompanije.

Abstract

Transfer price, as method for cost calculation and financial expression of internal product/services, determines in order to adequately and correctly determines the participation of each participant in internal transfer and measures its efficiency and effectiveness. The basis for the construction of methods for costs calculations and formation of transfer prices is open pit mining processing model.

¹ mr Vladan Jovićić, dipl. inž., PD RB Kolubara, Svetog Save 1, Lazarevac, vladan.jovicic@rbkolubara.rs

² Nebojša Čeran, dipl. Inž., PD RB Kolubara, Svetog Save 1, Lazarevac, nebojsa.ceran@rbkolubara.rs

³ Vladan Radovanović, dipl. inž. PD RB Kolubara, Svetog Save 1, Lazarevac,

Transfer prices are established on the basis of information on process costs, which must be reliable and accurate. Application of processing costs calculation allows you to identify weak points in process activities, unused capacities and unprofitable products through cost management, optimization of processing activities and optimal consumption of resources, materials and energy which ultimately leads to increased effectiveness in the efficiency of the whole company.

1. UVOD

Racionalno upravljanje savremenom rudarskom kompanijom podrazumeva procesno organizaciono strukturiranje adekvatno dinamičnim uslovima poslovanja i zahtevima za efikasnim odlučivanjem. Kritičan faktor uspeha složenih rudarskih kompanija postaje decentralističko procesno strukturiranje i na tome zasnovano upravljanje poslovnim procesima. Razvijanjem procesne organizacione strukture vrši se fragmentisanje resursa kompanije i prenošenje kompetencija i odgovornosti za njihovu alokaciju na uže organizacione delove. Ti delovi preduzeća, najčešće, suštinski i statusno, jesu relativno samostalne organizacione celine sa zaokruženim procesnim aktivnostima, ali je njihovo ukupno funkcionisanje uglavnom međuzavisno i veliki broj poslovnih transakcija obavlja se upravo između samih jedinica. Interni transfer proizvoda/usluga implicira formiranje internog tržišta u okviru kompanije i vrednosno treba da se izražava putem internih - transfernih cena. Formiranje transfernih cena predstavlja vrlo uticajan faktor efikasnosti i efektivnosti u rudarskoj kompaniji i značajan element u merenju njene ukupne korporativne efikasnosti. Međutim, transferne cene nije jednostavno odrediti, jer one nisu determinisane zakonima eksternog tržišta (ponudom i tražnjom) i njihovo formiranje treba da bude bazirano na konceptu obračuna troškova. U ovom radu se analizira metoda formiranja transfernih cena, zasnovana na konceptu obračuna troškova putem modela Analize vrednovanja procesa (*Process Value Analysis - PVA*) na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje koje posluje u okviru PD RB Kolubara.

2. METODOLOŠKI ASPEKTI PROBLEMATIKE TRANSFERNIH CENA

Interni transfer proizvoda/usluga treba da predstavlja uobičajenu pojavu u složenim decentralizovanim kompanijama, naročito u slučaju vertikalne podele rada, kada se rezultat jedne poslovne jedinice javlja kao ulaz (*input*) druge jedinice. Kvantifikacija ovih interprocesnih transakcija vrši se na bazi transfernih cena. Transferna cena, kao novčani izraz razmene internih proizvoda/usluga, utvrđuje se kako bi se adekvatno i korektno determinisalo učešće svakog učesnika u internom transferu i merila njegova efikasnost i efektivnost. Specifičnost transfernih cena u odnosu na eksterne tržišne cene zasnovana je na tome da one stvaraju prihod za jedinicu koja transferiše proizvode/usluge (prodavac), ali istovremeno i trošak za jedinicu istog preduzeća u koju se ti proizvodi/usluge transferišu (kupac).

Na taj način ove cene determinišu uspešnost, efektivnost i efikasnost i jednih i drugih, kao i kompanije u celini. One treba da imaju pouzdanu informacionu podlogu, kako bi realno odražavale performanse svakog decentralizovanog segmenta.

Za formiranje transfernih cena mogu se koristiti različite metode, u zavisnosti od specifičnosti internih transakcija i raspoloživosti potrebnih informacija ali su sve u principu bazirane na troškovima pojedinih procesa ili organizacionih delova. Metodu formiranja transfernih cena treba izabrati tako da što potpunije zadovoljava realne uslove i da bude u funkciji maksimiziranja vrednosti za kompaniju u celini, ali i za njene organizacione delove, odnosno, procese. Suštinski, u izboru metode postoje dva pristupa: tradicionalni ili reaktivni i savremeni ili proaktivni pristup. Tradicionalni pristup podrazumeva neku od tradicionalnih računovodstvenih metoda obračuna troškova koje se baziraju na fiksnim i varijabilnim troškovima uz neke modifikacije. Tradicionalne metode su jednostavne za primenu ali i srazmerno nepouzdanе sa aspekta raspodele troškova. Savremeni ili proaktivni pristup podrazumeva korišćenje modela koji su bazirani na poslovnim procesima, procesnim aktivnostima ili kombinaciji ove dve metode.

Model upravljanja troškovima baziran na poslovnim procesima (*Process Base Costs - PBC*), prati i vrednuje troškove proizvodnje sledeći tok procesa proizvodnje po fazama. Prema ovom metodi troškovi materijala i rada terete i prate proces proizvodnje prema fazama, a troškovi proizvodne režije se dodaju direktnim troškovima na nivou svake faze uz primenu određenog ključa raspodele. Ovaj model je usmeren prvenstveno na redukciju proizvodnih troškova i unapređenje procesa proizvodnje. Osnovna vrednost PBC modela je u tome što se na bazi njega može utvrditi način ponašanja troškova u celom procesnom toku. Osim toga, na bazi ponašanja troškova jednostavno se mogu utvrditi i slaba mesta u procesnom toku koja stvaraju neplanske troškove.

Model upravljanja troškovima baziran na procesnim aktivnostima (*Activity Based Costs - ABC*), zasnovan je na merenju troškova i performansi aktivnosti, resursa i troškovnih objekata, pri čemu se resursi priključuju aktivnostima, dok se aktivnosti priključuju troškovnim objektima na bazi stvarnog korišćenja. ABC model uzima u obzir uzročnu vezu između troškovnih indikatora i aktivnosti. ABC metoda je izvorno razvijena u cilju poboljšanja informacija za upravljanje proizvodnim troškovima.

Kombinovani model PBC/ABC proistekao je iz nastojanja da se uklone nedostaci PBC i ABC modela. Ovaj model ističe analizu vrednovanja procesa. Glavni razlog nastajanja ovog modela je složenost primene ABC modela i to posebno u rudarskim kompanijama koje proizvode samo jedan proizvod ili je diversifikacija proizvoda veoma mala. Složenost ABC modela uglavnom je vezana za identifikaciju i definisanje dovoljnog i potrebnog broja aktivnosti i troškovnih indikatora. Zbog toga se ovaj model vraća na pristup baziran na procesu, koji može olakšati upravljanje troškovima kroz primenu fleksibilnog budžetiranja i koje prihvata promene u aktivnostima, uzima u obzir efekte promena u fizičkom procesu ili u aktivnostima, kontrolu opravdanosti investiranja kao i merenje procesnih performanci.

Ovako definisan, model *kombinovane analize vrednovanja procesa* predstavlja spoj PBC i ABC pristupa i predstavlja dobru osnovu za postavljanje metode formiranja transfernih cene.

3. ANALIZA PRIMENLJIVOSTI PROAKTIVNIH METODA OBRAČUNA TROŠKOVA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA

Iz prikaza tri moguća modela za postavljanje proaktivne metode, uočljiv je inženjerski pristup, koji se bazira na procesima, aktivnostima ili kombinaciji procesa i aktivnosti i to je bitna razlika u odnosu na tradicionalni način obračuna troškova proizvodnje. Proaktivne metode ne nude samo obračun troškova već i omogućuju da se njima upravlja, što ih suštinski razlikuje od tradicionalnih metoda i čini ih proaktivnim.

Od pomenute tri metode upravljanja troškovima u uslovima poslovanja rudarskih kompanija koje vrše površinsku eksploataciju uglja najprihvatljivija je metoda Analize vrednovanja procesa (*PVA*), korišćenjem kombinovanog modela PBC/ABC. Ovo iz prostog razloga jer je procesni model površinske eksploatacije uglja nedovoljno širok za izgradnju kvalitetnog troškovnog modela. Sa druge strane, ABC model, iako često primenjivan u proizvodnim kompanijama, takođe, zbog značajne diversifikacije aktivnosti i troškovnih indikatora u detalje, nije optimalno rešenje za upravljanje troškovima u površinskoj eksploataciji. Dakle, kombinacijom ove dve metode, moguće je izgraditi optimizovan model upravljanja troškovima koji je istovremeno dovoljno širok i ne previše složen i koji u potpunosti može da odgovori zahtevima obračuna troškova i formiranja transfernih cena u površinskoj eksploataciji uglja.

Međutim, vrlo važno je istaći da, bez obzira na izbor metode, ne postoji gotov model koji se može primeniti na bilo kom površinskom kopu. Naime, postoji okvirni pristup, a sam model je neophodno izgraditi pojedinačno za svaki površinski kop, odnosno kompaniju. Osnovu za primenu PVA metode i izgradnju modela upravljanja troškovima čini procesni model rudarske kompanije, odnosno površinskog kopa.

4. IZGRADNJA PROCESNOG I TROŠKOVNOG MODELA POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE

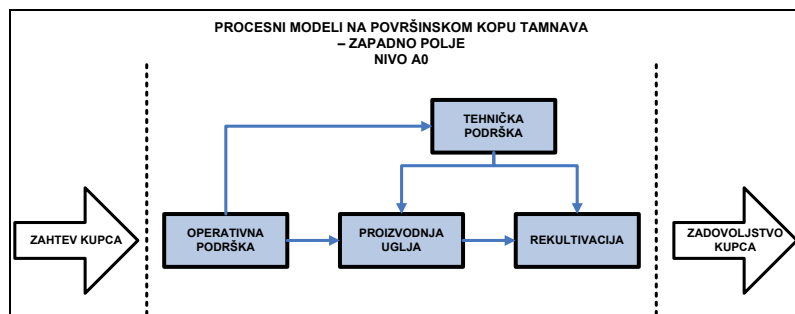
Na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje identifikovan je osnovni proces Proizvodnja koji čine četiri grupe procesa: Operativna podrška, Proizvodnja uglja, Rekultivacija i Tehnička podrška. Svi ovi procesi organizaciono su locirani u poslovnom području Površinski kopovi PD RB Kolubara, odnosno, u njenoj poslovnoj funkciji Proizvodnja. Ujedno, proces Proizvodnja čini prvi kontekсни nivo dekompozicije dok njegovi potprocesu Operativna podrška, Proizvodnja uglja, Rekultivacija i Tehnička podrška čine drugi kontekсни nivo dekompozicije. Ova četiri procesa čine osnovne poslovne procese površinske eksploatacije uglja na površinskom kopu Tamnava-Zapadno Polje. Ovi procesi se mogu dalje dekomponovati sve do nivoa koji će činiti kvalitetnu i pouzdanu osnovu za formiranje troškovnog modela.

Pomenuta četiri poslovna procesa su dalje, na trećem konteksnom nivou dekomponovana na potprocese tako da je na nivou procesa Operativna podrška identifikovano sedam potprocesa, na nivou procesa Proizvodnja uglja šest procesa, na nivou procesa Rekultivacija četiri potprocesa i na nivou procesa Tehnička podrška šest potprocesa. Ukupno gledano, identifikovano je četiri osnovna procesa sa dvadeset tri potprocesa. Sa aspekta analize i modeliranja procesa broj identifikovanih procesa i njihovih potprocesa ulazi u okvire preporučenog broja.

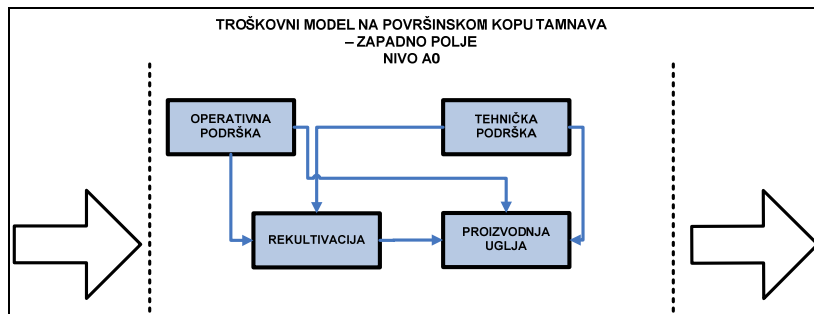
Kao ilustrativan primer izgradnje procesnog i troškovnog modela u Tabeli 1., prikazani su identifikovani procesi i potprocesi na prvom i drugom konteksnom nivou, na Slici 1. procesni model, a na Slici 2. troškovni model identifikovanih procesa i potprocesa.

Tabela 1.

PROCES	PRIPADAJUĆI POTPROCESI
A.0. Proizvodnja	A.1. Operativna podrška A.2. Proizvodnja uglja A.3. Rekultivacija A.4. Tehnička podrška



Slika 1. Procesni model površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje



Slika 2. Troškovni model površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje

5. PRIMENA PVA METODA UPRAVLJANJA TROŠKOVIMA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI UGLJA

Kako je već rečeno, osnovu za izgradnju PVA metode upravljanja troškovima čini procesni model površinske eksploatacije. Izgradnjom procesnog modela, praktično je izvršena identifikacija i specifikacija poslovnih procesa, odnosno, po potrebi, procesnih aktivnosti.

Sledeći korak u izgradnji PVA modela je identifikacija i definisanje troškova procesa i procesnih aktivnosti. Generalno, za ovaj korak ne postoji decidno pravilo do kog hijerarhijskog nivoa je potrebno ići u dekompoziciji troškova. Kada je reč o površinskoj eksploataciji za bazni proces kao što je proizvodnja sa potprocesima otkopavanje i utovar, transport, prerada, deponovanje uglja, odlaganje otkrivke i jalovine, nema smisla dalje dekomponovati potprocese. Naime svi ostali identifikovani procesi i njihovi potprocesi su ili u direktnoj funkciji realizacije procesa proizvodnja ili su njegova posledica pa su i troškovi koji nastaju njihovom realizacijom troškovi procesa proizvodnje.

Naredni korak u izgradnji PVA modela je identifikacija centara procesa i procesnih aktivnosti ili drugim rečima mesta gde se dodeljuje nastali trošak. Za primer površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje, centri procesa i procesnih aktivnosti se mogu poistovetiti sa identifikovanim procesima.

Na kraju potrebno je povezati svaki specificiran proces ili procesnu aktivnost sa odgovarajućim troškom i zajedno ih povezati sa odgovarajućim centrom procesa i procesnih aktivnosti. Značajno za primenu PVA modela je i to što model predviđa i izradu budžeta za sve specificirane procese ili procesne aktivnosti, što za posledicu ima potpunu kontrolu nad troškovima i mogućnost upravljanja troškovima.

Za primenu PVA modela u površinskoj eksploataciji uglja nije ključan izbor troškova kojima će se upravljati, već izgradnja procesnog modela koji sadrži dovoljan i potreban broj procesa i procesnih aktivnosti preko kojih se može kvalitetno upravljati troškovima. Suštinski troškovi se mogu grupisati na kontekstnom nivou za svaki proces ili procesnu aktivnost i oni najmanje mora da sadrže: troškove radne snage, troškove materijala, troškove energije, troškove opreme, troškove objekata i tako dalje. Vrlo često u literaturi ovi troškovi se jednostavno grupišu u troškove resursa (Tr), troškove materijala (Tm) i troškove energije (Te). Iz ovog spiska troškova lako je uočljivo da svaki od identifikovanih procesa ili procesne aktivnosti ima ove troškove. Dalje ovi troškovi mogu da se dekomponuju u cilju bolje analitičke preglednosti i lakše upravljivosti. Pitanje dekompozicije troškova je pitanje menadžmenta do kog hijerarhijskog nivoa želi da dekomponuje troškove, odnosno koji hijerarhijski nivo neće model učiniti previše složenim.

5.1. Analiza troškova

Na bazi procesnog, odnosno troškovnog modela na kontekstnom nivou identifikovani su sledeći troškovi:

$T_{op} = T_r + T_m + T_e$, troškovi operativne podrške
 $T_{tp} = T_r + T_m + T_e$, troškovi tehničke podrške
 $T_{re} = T_r + T_m + T_e + T_{op} + T_{tp}$, troškovi rekultivacije
 $T_{pu} = T_r + T_m + T_e + T_{op} + T_{tp} + T_{re}$, troškovi proizvodnje uglja

Iz prethodne analize uočljivo je da svi troškovi treba da budu iskazani preko troška proizvodnje uglja, odnosno da su svi troškovi sadržani u trošku proizvedene tone uglja.

U dalju analizu troškova proizvedene tone uglja potrebno je uključiti i zajedničke troškove uprave, odnosno zajedničke troškove koji se ne mogu identifikovati i izmeriti ali se generišu tokom procesa proizvodnje ili njegovih potprocesa. Ove troškove, u funkciji pravilne raspodele, treba raspodeliti u funkciji kapaciteta pojedinih proizvodnih organizacionih delova. Tako, za jedan sistem na otkopavanju uglja, ukupni troškovi proizvodnje su:

$$T_{pu_n} = T_{r_n} + T_{m_n} + T_{e_n} + T_{op_n} + T_{tp_n} + T_{re_n} + T_{zt_n}$$

gde je: T_{zt_n} - pripadajući zajednički za analizirani proizvodni sistem na uglju i on iznosi:

$$T_{zt_n} = ((Q_{un}/Q_{upk}) * 100) * T_{zt}$$

gde je: Q_{un} - kapacitet proizvodnje posmatranog proizvodnog sistema

Q_{upk} - ukupni kapacitet proizvodnje površinskog kopa

T_{zt} - ukupni zajednički troškovi

Iz prethodne analize sledi da su ukupni troškovi proizvodnje uglja na površinskom kopu:

$$T_{pu} = \sum_{n=1}^i (T_{r_n} + T_{m_n} + T_{e_n} + T_{op_n} + T_{tp_n} + T_{re_n} + T_{zt_n})$$

Prikazana analiza troškova predstavlja pojednostavljen troškovni model na kontekstnom nivou i čini osnovu za dalju detaljniju analizu. Nivo detaljnosti, kako je već pomenuto, zavisi od potreba menadžmenta.

Svaki analizirani trošak na nivou procesa ili procesne aktivnosti ujedno predstavlja interni prihod, odnosno internu ili transfernu cenu posmatranog procesa ili procesne aktivnosti i predstavlja osnovu za obračun ukupnih troškova proizvodnje uglja.

Predstavljeni model identifikovanja troškova i formiranja transfernih cena na nivou procesa i procesnih aktivnosti omogućuje menadžmentu sledeće:

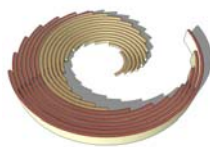
- kontinualno upravljanje troškovima,
- pravovremeno otkrivanje slabih tačaka u procesima ili procesnim aktivnostima,
- optimizovano korišćenje proizvodnih kapaciteta,
- optimalno upravljanje održavanjem,
- optimizovane utroške energije,
- optimalne utroške resursa,
- motivaciju zaposlenih,
- optimizovano budžetiranje poslovanja,
- povećanje ukupne efikasnosti i efektivnosti kompanije.

6. ZAKLJUČAK

Koncepcija decentralističkog upravljanja savremenim rudarskim kompanijama i njoj primeren sistem upravljačke kontrole može biti pretpostavljen rešavanju problema transfernih cena, odnosno internih procesnih prihoda i troškova, jer sa sa stanovišta efikasnog upravljanja rudarskom kompanijom i njenim delovima važnost transfernih cena prvenstveno ogleda u davanju informacione osnove za donošenje odluka od značaja za kompaniju i njene delove. Transferne cene, takođe, omogućavaju razgraničenje odgovornosti i efikasnosti između organizacionih delova, te su značajan faktor alokacije prihoda i troškova po područjima odgovornosti i adekvatne procene ostvarenja tih područja i njihovog menadžmenta (menadžmenta na operativnom i srednjem nivou). Konačno, transferne cene predstavljaju važan upravljački instrument koji treba da omogući podudarnost interesa delova i kompanije kao celine. Transferne cene se formiraju na bazi informacija o procesnim troškovima, koje moraju biti pouzdane i precizne. Primena obračuna procesnih troškova omogućava identifikovanje slabih tačaka u procesnim aktivnostima, neiskorišćene kapacitete i nerentabilne proizvode, a kroz upravljanje troškovima, optimizovanje procesnih aktivnosti i optimalan utrošak resursa, materijala i energije, što u krajnjem dovodi do povećanja efektivnosti i efikasnosti cele kompanije.

Literatura

1. Goold, M., Campbell, A. (2002), *Designing Effective Organizations How to Create Structured Networks*, Jossey-Bass, San Francisco
2. Jovičić V., (2005), *Reorganizacija kao osnova redizajna poslovnog sistema*, Zbornik radova V međunarodnog savetovanja o površinskoj eksploataciji i preradi glina, Glina 2005., str. 282-286, Arandelovac
3. Jovičić V. (2007), *Metodološki pristup analizi poslovnih procesa u funkciji upravljanja rudarskom organizacijom*, Zbornik radova OMC 07, Banja Vrujci
4. Jovičić V., (2008), *Analiza poslovnih procesa u rudarskim kompanijama kombinovanom metodom procesnih mapa i dijagrama toka procesa*, IV International Conference, COAL 2008, Belgrade
5. Jovičić V., (2009), *Modeliranje osnovnih poslovnih procesa površinske eksploatacije uglja*, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko geološki fakultet, Beograd
6. Kaplan, R., Weiss, D. and Desheh, E., (1997), *Transfer Pricing with ABC*, Management Accounting
7. Pavlović V., Jovičić V., (2005), *Organizacija - Osnova uspešnog poslovnog sistema*, Zbornik radova VI međunarodnog savetovanja Kamen 2005., str. 178-182, Arandelovac
8. Pavlović V., Pavlović V., Jovičić V., (2006), *Open pit Coal Mine Reorganization - Basis for Successful Business System*, Proceedings 8th International Symposium Continuous Surface Mining, str. 261-266, ISBN: 3-86130-908-4, Aachen, Germany



OTPORNOST POLISILICIJUMSKIH SLOJEVA KOJA UKLJUČUJE CENTRE ZAHVATA U POLIKRISTALNOM ZRNU

RESISTANCE OF POLYSILICON FILMS WITH GRAIN TRAPPING STATES

Kevkić T¹., Petković D².

Apstrakt

U ovom radu opisan je model za otpornost polisilicijumskih slojeva koji pored centara zahvata nosilaca na granici polikristalnih zrna (raspoređenih po njihovoj površini), uzima u obzir i centre zahvata nosilaca unutar samih polikristalnih zrna (raspoređene po njihovoj zapremini).

Model uzima u obzir i detaljnu zavisnost položaja Fermijevog nivoa u polikristalnom zrnu koje je potpuno osiromašeno. Pored proračunatih zavisnosti otpornosti od koncentracije primesa, proračunate su i analizirane zavisnosti položaja Fermijevog nivoa, širine osiromašene oblasti i visine potencijalne barijere na granici zrna, koje pokazuju uticaj centara zahvata u polikristalnom zrnu na otpornost polisilicijumskih slojeva.

Abstract

The model for resistance of polysilicon films which include both of grain (distributed in the volume of grain) and grains boundary trapping states (distributed on the surface of grain) is presented.

¹ mr Tijana Kevkić, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica, t.kevkic@gmail.com

² dr Dragan Petković, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica, petkovicd@bankerinter.net

This model takes into account the detail Fermi level position in the totally depleted polycrystalline grains. On the basis of this model, the resistances versus dopant concentration dependencies are calculated. Also, they are calculated the Fermi level, the depletion width, and the grain boundary barrier height versus dopant concentration dependencies and it is analyzed the influence of the trapping states in the grains on the resistance of polysilicon films.

1. UVOD

Polikristalni silicijumski slojevi se već godinama koriste u mikroelektronici za izradu gejtova, otpornika i veza [1]. Međutim, pored tih klasičnih primena, u poslednje vreme se sve više upotrebljavaju u tankoslojnim tranzistorima koji se koriste za ravne displeje [2, 3], u trodimenzionim integrisanim kolima [2, 4] i u otpornicima čija se otpornost može kontrolisati primenom spoljašnjeg impulsnog napona ili struje. Novi tehnološki postupci za dobijanje polisilicijumskih slojeva, međutim, značajno utiču na njihovu strukturu, a naročito na koncentraciju centara zahvata nosilaca i njihovu prostornu i energetska raspodelu. Utvrđeno je da hidrogenizacija stvara dodatne centre zahvata na granici polikristalnog zrna (band-tail states), a lasersko odžarivanje ih stvara kako na granici tako i u samim zrnima (deep states).

U ovom radu opisan je model za otpornost polisilicijumskih slojeva koji uzima u obzir da, pored centara zahvata na granici polikristalnih zrna postoje i centri zahvata unutar samih polikristalnih zrna. Prvi su raspoređeni po površini, a drugi po zapremini zrna. Ovaj model se zasniva na klasičnom modelu zahvata nosilaca na granici polikristalnih zrna [7, 8] i modelu koji podrazumeva monoenergetsku raspodelu centara zahvata na granici polikristalnih zrna [9].

Centri zahvata na granici zrna i osiromašena oblast

Na provođenje struje kroz tanke slojeve polikristalnog silicijuma presudni uticaj ima granica zrna koja se karakteriše centrima zahvata nosilaca raspoređenim po energijama u energetsom procepu. Ti centri zahvataju slobodne nosioce naelektrisanja iz unutrašnjosti polikristalnog zrna, usled čega se uz granicu zrna stvara osiromašena oblast širine W , odnosno, potencijalna barijera $q\phi_s$.

Ovde ćemo razmatrati slučaj kada centri zahvata na granici zrna imaju dvostruku eksponencijalnu raspodelu u energetsom procepu [7, 8], tj. kada je:

$$N_T(E) = N_{T1} \exp \frac{E_v - E}{E_1} + N_{T2} \exp \frac{E_v - E}{E_2} \quad (1)$$

Relacija (1) pokazuje da na granici polikristalnih zrna postoje dve vrste centara zahvata: prva, sa koncentracijom koja naglo opada za energije iznad vrha valentne zone (band-tail states) i druga (deep states), čija koncentracija takođe opada za energije iznad

vrha valentne zone, ali ne tako naglo kao prva. Pri tom je konstanta eksponencijalnog pada $E_2 \ll E_1$.

Unutar polikristalnog zrna centri zahvata su raspodeljeni po energijama u energetskom procepu na isti način kao i centri zahvata na granici zrna [7, 8].

Kada je koncentracija primesa N_a visoka, samo je oblast uz granicu polikristalnog zrna osiromašena. U unutrašnjosti polikristalnog zrna položaj Fermijevog nivoa je određen relacijom:

$$E_F - E_{i0} = -kT \cdot \ln \frac{N_a + N_G}{n_i}, \quad (2)$$

gde je E_{i0} sredina energetskog procepa u sredini polikristalnog zrna koje nije osiromašeno. Rešavanjem Puasonove jednačine za potencijal u zrnju [1], za širinu osiromašene oblasti dobijamo:

$$W = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varphi_s}{qN_a}} \left[1 + \frac{N_{b1}}{2N_a} \left(\frac{q\varphi_s}{3E_1} - 1 \right) + \frac{N_{b2}}{2N_a} \left(\frac{q\varphi_s}{3E_2} - 1 \right) \right], \quad (3)$$

gde je

$$N_{bj} = N_{Gj} E_j \exp \frac{2(E_{i0} - E_F) - E_g}{2E_j}, \quad j = 1, 2 \quad (4)$$

Ukupno krivljenje energetskih zona $q\varphi_s = E_{i0} - E_i$ može se odrediti iz relacije:

$$N_a \cdot W + \sqrt{\frac{\varepsilon}{2qN_a}} \left[\frac{N_{b1}}{\sqrt{E_1}} I(a_1, b_1) + \frac{N_{b2}}{\sqrt{E_2}} I(a_2, b_2) \right] = \frac{Q_T}{2q}, \quad (5)$$

gde je Q_T ukupno naelektrisanje centara zahvata na granici polikristalnih zrna (po jedinici njihove površine), a

$$I(a, b) = \int_0^a [1 - b(1-x)] \frac{\exp(-x)}{\sqrt{x}} dx, \quad a_1 = \frac{q\varphi_s}{E_1}, \quad b_1 = \frac{N_{b1}}{2N_a}, \quad b_2 = \frac{N_{b2}}{2N_a} \quad (6)$$

Napon koji se primeni na polisilicijumski sloj raspodeljuje se na pad napona na osiromašenim oblastima (širine $2W$) i granici zrna (širine W_{GB}) i na pad napona na neutralnoj oblasti zrna, tako da se za specifičnu otpornost polisilicijuma može napisati [10]:

$$\rho = \rho_B \frac{2W + W_{GB}}{L} + \rho_{Si} \left(1 - \frac{2W + W_{GB}}{L} \right) \quad (7)$$

U prethodnoj relaciji sa ρ_{Si} označena je specifična otpornost neutralne unutrašnjosti polikristalnog zrna koja odgovara monokristalnom materijalu.

ρ_B je specifična otpornost koja odgovara granici zrna i osiromašenim oblastima kada je na njima pad napona V_0 , tako da je gustina struje J , i data je izrazom:

$$\rho_B = \frac{V_0}{J \cdot (2W + W_{GB})} \quad (8)$$

U slučaju kada je primenjeni napon mali i pad napona V_0 je mali, pa je J-V zavisnost koja odgovara granici polikristalnog zrna linearna, a relacija za ρ_B je data u [10, 11].

2. PRORAČUNATE ZAVISNOSTI I ANALIZA

Na osnovu predloženog modela izračunate su zavisnosti nekih veličina koje karakterišu uticaj centara zahvata na specifičnu otpornost, kao i sama specifična otpornost polisilicijumskih slojeva. Koncentracije centara zahvata u polikristalnom zrnu i na njegovoj granici koje su korišćene u izračunavanjima date su u Tabeli 1. Pored toga, korišćene su vrednosti $E_1 = 0.23\text{eV}$ i $E_2 = 0.038\text{eV}$ [8]. Na Slici 1. i Slici 2. prikazane su takođe i odgovarajuće zavisnosti u slučaju kada su centri zahvata monoenergetski i kada imaju veoma strmu eksponencijalnu zavisnost od energije (band-tail) [11].

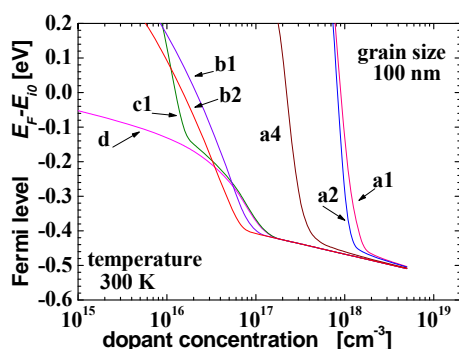
Tabela 1. Pregled korišćenih vrednosti koncentracija centara zahvata u polikristalnom zrnu i na njegovoj granici

	$N_{G1} [\text{cm}^{-3}]$	$N_{G2} [\text{cm}^{-3}]$	$N_{T1} [\text{cm}^{-2}]$	$N_{T2} [\text{cm}^{-2}]$
a1	10^{18}	$2 \cdot 10^{19}$	$1.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$
a2	10^{17}	$2 \cdot 10^{19}$	$1.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$
a3	10^{16}	$2 \cdot 10^{19}$	$1.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$
a4	10^{18}	$2 \cdot 10^{17}$	$1.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$
b1	0	0	$1.5 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{14}$
b2	0	0	10^{13}	$4 \cdot 10^{14}$
b3	0	0	10^{13}	$4 \cdot 10^{12}$
c1	band-tail $N_{bt} = 10^{10} \text{ cm}^{-2}$			
c2	band-tail $N_{bt} = 10^{12} \text{ cm}^{-2}$			
d	Моноенергетска стања: $N_T = 9.73 \cdot 10^{12} L^{-0.34}$			

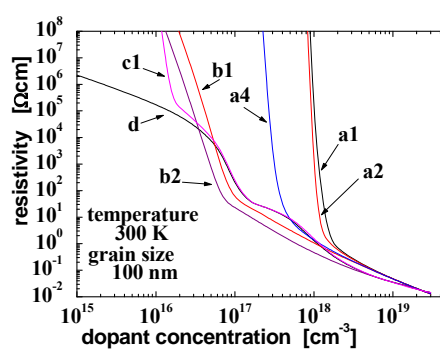
U Tabeli 1. date su koncentracije centara zahvata i u ovim slučajevima. Za energetski nivo monoenergetskih centara zahvata uzeto je $E_T = E_{i0} - 0.16\text{eV}$, a za band-tail stanja je uzeto $E_{bt} = 0.03\text{eV}$ [11, 12].

Na Slici 1. prikazane su izračunate zavisnosti položaja Fermijevog nivoa od koncentracije primesa. Pri visokim koncentracijama primesa, u slučaju kada postoje centri zahvata u polikristalnom zrnu Fermijev nivo je nešto iznad odgovarajuće vrednosti za monokristalni silicijum, pri čemu veći uticaj imaju deep stanja. Za koncentracije primesa manje od N^* (koncentracija primesa pri kojoj je polikristalno zrno potpuno osiromašeno) položaj Fermijevog nivoa se naglo približava sredini energetskog procepa, i to intenzivnije kada je koncentracija centara zahvata u polikristalnom zrnu veća.

Približavanje Fermijevog nivoa sredini energetskeg procepa je intenzivnije nego kada su centri zahvata monoenergetski, ali je približno onom u slučaju band-tail stanja (kriva c1 na Slici 1.).



Slika 1. Izračunate zavisnosti Fermijevog nivoa od koncentracije primesa



Slika 2. Izračunate zavisnosti otpornosti od koncentracije primesa

Zavisnosti specifične otpornosti od koncentracije primesa prikazane su na Slici 2. Pri visokim koncentracijama primesa, kada postoje centri zahvata u polikristalnom zrnu specifična otpornost je nešto veća od vrednosti za slučaj monoenergetskih centara zahvata, ali mnogo intenzivnije raste kada je koncentracija primesa manja od N^* . Kada samo na granici zrna postoje centri zahvata sa energetsom zavisnošću kao (1), specifična otpornost je niža od vrednosti za slučaj monoenergetskih centara zahvata i tek za koncentracije primesa znatno iznad N^* postaje veća od nje.

3. ZAKLJUČAK

Izloženi model za izračunavanje specifične otpornosti polisilicijumskih slojeva koji uključuje i centre zahvata u polikristalnom zrnu daje zadovoljavajuće rezultate. Mogućnost izračunavanja položaja Fermijevog nivoa, širine osiromašene oblasti i visine potencijalne barijere omogućuje analizu uticaja ovih veličina na specifičnu otpornost. Izračunavanjem zavisnosti, čiji su primeri dati, omogućuje se bolje razumevanje uticaja centara zahvata na otpornost polisilicijumskih slojeva i njihova optimizacija.

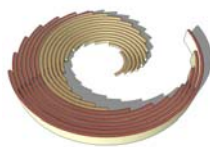
Napomena:

Ovaj rad je rađen u okviru projekta osnovnih istraživanja 141049 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

1. D. W. Hughes, (1987), *Solid-State Technol.*, 30, 5, 139
2. S. D. Brotherton, (1995), *Semicond. Sci. Technol.*, 10, 721
3. Anish Kumar K. P., J. K. O. Sin, (1997), *IEDM tech. Digest*, 515

4. H. Hayama, W. I. Milne, (1990), *Solid-State Electronics*, 33, 279
5. D. W. Feldbaumer, J. A. Babcock, (1995), *Solid-State Electronics*, 38, 1861
6. N. Bhat, M. Cao, K. C. Saraswat, (1997), *IEEE Trans. on Electron Devices*, ED-44, 1102
7. G. A. Armstrong, S. Uppal, S. D. Brotherton, and J. R. Ayres, (1997), *IEEE Electron Devices Lett*, EDL-18, 315
8. J. R. Ayres, J., *Appl. Phys.*, 74, 1787, 1993.
9. D. P. Joshi, R. S. Srivastava, (1984), *IEEE Trans. on Electron Devices*, ED-31, 920
10. N. C. C. Lu et al., (1981), *IEEE Trans. on Electron Devices*, ED-28, 818
11. D. Mitić, D. Petković, (1997), *Proc. 21th Int. Conf. on Microelectronics (MIEL'97)*, 1, 189, Niš
12. D. Petković, D. Mitić, (1995), *Proc. 20th Int. Conf. on Microelectronics (MIEL'95)*, 1, 145, Niš



APROKSIMATIVNE ANALITIČKE RELACIJE ZA POVRŠINSKI POTENCIJAL U INVERZNIM SLOJEVIMA SILICIJUMA N-TIPA

APPROXIMATE ANALYTIC RELATIONS FOR SURFACE POTENTIAL IN N-TYPE SILICON INVERSION LAYERS

Kevkić T¹., Petković D².

Apstrakt

U ovom radu su predstavljene neke aproksimativne relacije za površinski potencijal u inverznim slojevima silicijuma n-tipa. Rezultati su zasnovani na rešenju Puasonove jednačine za elektrostatički potencijal, pri čemu su upotrebljene funkcije i parametri glatкости što omogućava da se fizički aproksimativni izrazi mogu koristiti u oblasti i slabe i jake inverzije. Na ovaj način je dobijena jedna eksplicitna relacija između površinskog potencijala i napona na gejtju. Poređenje sa numeričkim podacima pokazuje da aproksimativni analitički rezultati daju dobru aproksimaciju za površinski potencijal MOS strukture.

Abstract

In this paper, some approximate analytic relations for surface potential in n-type silicon inversion layer are presented. These relations are based on the solution of the Poisson equation for electrostatic potential and used smoothing functions and parameters so that physical approximate expressions could be available in the weak and strong inversion. In this way an explicit surface potential versus gate voltage relation in the case of strong inversion in semiconductor is derived. The comparison with numerical data shows that the analytical solution gives good approximations of surface potential for MOS structure.

¹ mr Tijana Kevkić, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica,

² dr Dragan Petković, Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica,

1. UVOD

Osnovna komponenta savremenih analognih i digitalnih kola je MOS (metal-oxide-semiconductor) tranzistor. Kako je suštinski princip funkcionisanja ovih tranzistora formiranje inverznog sloja (kanala) na površini poluprovodnika, velika pažnja je u poslednje vreme posvećena modelima naelektrisanja inverznog i osiromašenog sloja MOS tranzistora koji se baziraju na analizi površinskog potencijala [1]. Svi ti poznati modeli polaze od rešenja nelinearne Puasonove jednačine za elektrostatički potencijal, daju tačnu i kontinualnu zavisnost struje od napona u svim oblastima rada. Međutim, glavni nedostatak ovih modela je u činjenici da je površinski potencijal u funkciji napona primenjenog na gejt dat preko implicitne relacije koja se tačno može rešiti samo iterativnim procedurama [2], a što zahteva značajno vreme izračunavanja.

U cilju skraćanja računskog vremena i dobijanja eksplicitne relacije između površinskog potencijala i napona primenjenog na gejt MOS tranzistora predlažemo aproksimativan model površinskog potencijala, potpuno eksplicitan i analitički. Model se bazira na glatkim funkcijama i parametrima što omogućava da se fizički aproksimativni izrazi mogu primeniti u slaboj i u jakoj inverziji. Poređenje sa numeričkim podacima [3] pokazuje da se rezultati našeg modela mogu koristiti kao pogodne aproksimacije za površinski potencijal u svim oblastima rada MOS tranzistora.

2. PUASONOVA JEDNAČINA I MODEL POVRŠINSKOG POTENCIJALA

Inverzni sloj n-tipa formiran je na površini poluprovodnika r-tipa kada su energetske zone blizu površine poluprovodnika iskrivljene na dole, tako da dno provodne zone leži blizu ili ispod Fermijevog nivoa (Slika 1.). Kao meru za iskrivljenost zona, koju obično izaziva električno polje, koristimo površinski potencijal. Za izračunavanje površinskog potencijala, polazimo od idealnog n-kanalnog MOS tranzistora čiji je supstrat uniformno dopiran sa koncentracijom akceptorskih primesa N_A , i sa oksidom debljine d_{ox} , dužinom L i širinom W kanala (inverznog sloja n-tipa). Pretpostavljamo da je u pitanju komponenta velikih geometrijskih dimenzija tako da se kratko-kanalni i efekti malih širina mogu zanemariti. Statičke karakteristike MOS tranzistora pod uticajem spoljašnjeg polja mogu se generalno opisati Puasonovom jednačinom za elektrostatički potencijal.

Pretpostavimo još i da je varijacija električnog polja duž kanala, u y pravcu znatno manja od odgovarajuće varijacije polja u x pravcu. Ovo znači da je validna aproksimacija gradualnog kanala u kojoj Puasonova jednačina postaje jednodimenzionalna, tj.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = -\frac{\rho(x)}{\epsilon_{Si}} \quad (1)$$

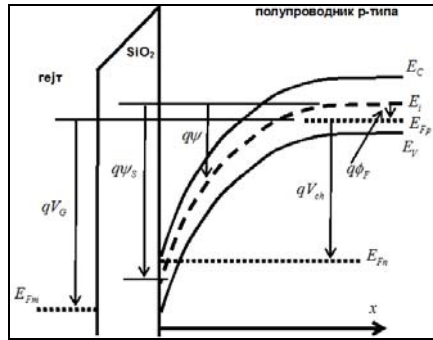
U prethodnoj relaciji sa $\rho(x) = q[p(x) - n(x) - N_A]$ je označena gustina prostornog naelektrisanja, a ϵ_{Si} je dielektrična konstanta silicijuma.

U oblasti prostornog naelektrisanja poluprovodničkog supstrata koncentracije slobodnih elektrona i šupljina sa koncentracijom jonizovanih akceptorskih atoma povezane su preko konvencionalnih relacija:

$$n(x) = n_B \cdot \exp\left[\frac{\psi(x)}{u_T}\right] \approx N_A \cdot \exp\left[\frac{\psi(x) - 2\phi_F}{u_T}\right]$$

$$p(x) = p_B \cdot \exp\left[-\frac{\psi(x)}{u_T}\right] \approx N_A \cdot \exp\left[-\frac{\psi(x) - \phi_F}{u_T}\right]$$

$\psi(x)$ je elektrostatički potencijal u površinskom sloju poluprovodnika, u_T je termički potencijal ($u_T = k \cdot T / q = 0.0259V$, za $T = 300K$), a $\phi_F = u_T \cdot \ln(N_A / n_i)$ je Fermijev nivo u poluprovodničkom supstratu (oba prikazana na Slici 1.).



Slika 1. Dijagram energetske zone MOS tranzistora

Nakon zamene izraza za koncentraciju nosilaca naelektrisanja u Puasonovu jednačinu dobijamo:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{q \cdot N_A}{\epsilon_{Si}} \cdot \left[1 + \exp\left(\frac{\psi - 2\phi_F}{u_T}\right) - \exp\left(-\frac{\psi - \phi_F}{u_T}\right) \right] \quad (2)$$

Kada se između sors i drejn elektrode primeni napon V_{DS} dolazi do snižavanja kvazi Fermijevog nivoa za elektrone u površinskom sloju poluprovodnika za iznos V_{ch} u odnosu na ravnotežni Fermijev nivo u supstratu.

Potencijal kanala definišemo kao razliku kvazi Fermijevog nivoa elektronau kanalu i kvazi Fermijevog nivoa šupljina (ravnotežnog Fermijevog nivoa) u supstratu. Snižavanje kvazi Fermijevog nivoa elektrona dovodi do snižavanja koncentracije površinskih elektrona za faktor $\exp(-V_{ch} / u_T)$, a Puasonova jednačina postaje:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \frac{q \cdot N_A}{\epsilon_{Si}} \cdot \left[1 + \exp\left(\frac{\psi - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right) - \exp\left(-\frac{\psi}{u_T}\right) - \exp\left(-\frac{\phi_F}{u_T}\right) \right] \quad (3)$$

Inegracijom jednačine (3) uz granične uslove:

$$\begin{aligned} x \rightarrow \infty &\Rightarrow \psi \rightarrow 0, d\psi/dx \rightarrow 0 \\ x = 0 &\Rightarrow \psi = \psi_s, d\psi/dx \rightarrow K_x \end{aligned} \quad (4)$$

dobijamo površinsko električno polje u x - pravcu:

$$\begin{aligned} K_x = \sqrt{\frac{2q \cdot N_A}{\epsilon_{Si}}} \cdot \left[\psi_s + u_T \cdot \exp\left(-\frac{\psi_s}{u_T}\right) - u_T \cdot \exp\left(\frac{\psi_s - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right) \right. \\ \left. - \psi_s \cdot \exp\left(\frac{-2\phi_F}{u_T}\right) - u_T \cdot \exp\left(\frac{-2\phi_F + V_{ch}}{u_T}\right) \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (5)$$

Prema prvom od graničnih uslova (4), potencijal i njegov izvod u unutrašnjosti poluprovodnika daleko od površine teže nuli, a prema drugom graničnom uslovu potencijal na površini za $x = 0$ prelazi u površinski potencijal, a njegov prvi izvod u površinsko električno polje.

U aktivnoj oblasti rada MOS tranzistora (osiromašenju i inverziji) ψ_s je pozitivno, i $\psi_s \gg u_T$, $2\phi_F \gg u_T$, i $2\phi_F + V_{ch} \gg u_T$. Zbog toga se K_x može aproksimirati u sledećem obliku:

$$K_x = \sqrt{\frac{2qN_A}{\epsilon_{Si}}} \cdot \sqrt{\psi_s + u_T \cdot \exp\left(\frac{\psi_s - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right)} \quad (6)$$

Primenom napona na gejt V_G u silicijumu se indukuje naelektrisanje Q_s . Veza između V_G i Q_s data je relacijom [7]:

$$V_G = V_{FB} + \psi_s - \frac{Q_s}{C_{ox}} \quad (7)$$

Ovde je V_{FB} napon ravnih zona [3], a $C_{ox} = \epsilon_{ox}/d_{ox}$ je kapacitivnost oksida gejta po jedinici površine. U uslovima ravnih zona $V_G = V_{FB}$ površinski potencijal je $\psi_s = 0$ i $Q_s = 0$. Sada ćemo iz Gausove teoreme dobiti gustinu indukovano naelektrisanja Q_s u silicijumu:

$$Q_s = -\epsilon_{Si} \cdot K_x \Big|_{\psi=\psi_s} = -\sqrt{2qN_A\epsilon_{Si}} \cdot \sqrt{\psi_s + u_T \cdot \exp\left(\frac{\psi_s - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right)} \quad (8)$$

Iz jednačina (6), (7) i (8) za napon primenjen na gejt dobija se:

$$V_G = V_{FB} + \psi_s + \frac{\sqrt{2qN_A\epsilon_{Si}}}{C_{ox}} \cdot \sqrt{\psi_s + u_T \cdot \exp\left(\frac{\psi_s - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right)} \quad (9)$$

Uvedemo bodi faktor $\gamma = \sqrt{2\epsilon_{Si} \cdot q \cdot N_A} / C_{ox}$, pa napon primenjen na gejt postaje:

$$V_G = V_{FB} + \psi_S + \gamma \cdot \sqrt{\psi_S + u_T \cdot \exp\left(\frac{\psi_S - 2\phi_F - V_{ch}}{u_T}\right)} \quad (10)$$

Jednačina (10) je implicitna relacija za ψ_S i za dati napon se tačno može rešiti samo numeričkim postupcima poput Njutn-Rapsonovog algoritma ili nekih iterativnih procedura.

3. APROKSIMATIVNO ANALITIČKO REŠENJE

Implicitnu relaciju (10) možemo transformisati tako što ćemo smatrati da je eksponencijalni član dominantan, a da se u svim ostalim članovima ψ_S može zameniti konstantnom vrednošću $\phi_B = 2\phi_F + V_{ch}$ [4]. Na taj način se dobija eksplicitan aproksimativni izraz za površinski potencijal u jakoj inverziji:

$$\psi_S = 2\phi_F + V_{ch} + u_T \cdot \ln \left\{ \frac{1}{u_T} \cdot \left[\left(\frac{V_G - V_{FB} - \phi_B}{\gamma} \right)^2 - \phi_B + u_T \right] \right\} \quad (11)$$

Za eksplicitno izračunavanje površinskog potencijala konstantna vrednost ϕ_B u (11) ne daje tačne rezultate. Može se definisati prosta empirijska funkcija $f(V_G, V_{ch})$ koja će odgovarati stvarnoj promeni ϕ_B . Tada se konstantna vrednost ϕ_B u (11) može zameniti funkcijom $f(V_G, V_{ch})$ čiji je najčešći oblik [5, 6]:

$$f(V_G, V_{ch}) = \frac{2\phi_F + V_{ch}}{2} + \frac{\psi_{S_{wi}}}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(\psi_{S_{wi}} - 2\phi_F - V_{ch})^2 + 4\varepsilon^2} \quad (12)$$

$\psi_{S_{wi}}$ je površinski potencijal u osiromašenju i slaboj inverziji, i dat je [6]:

$$\psi_{S_{wi}} = \left(-\frac{\gamma}{2} + \sqrt{V_G - V_{FB} + \gamma^2/4} \right)^2 \quad (13)$$

Parametar ε kontroliše glatkost prelaza funkcije $f(V_G, V_{ch})$ od $\psi_{S_{wi}}$ do $\phi_B = 2\phi_F + V_{ch}$ i može imati fiksnu vrednost od 0.02 V [4, 5], ili se može modifikovati kao funkcija koja varira od vrednosti blizu nule u osiromašenoj oblasti do vrednosti blizu 0.02 V kada je napon na gejtu jednak naponu praga V_T (napon na gejtu pri kom se formira inverzni sloj na površini poluprovodnika). U radu [6] predložen je sledeći oblik funkcije:

$$\varepsilon = 0.01 \cdot \left(1 + \frac{V_G - V_T + 8 \cdot u_T}{\sqrt{(V_G - V_T + 8 \cdot u_T)^2 + 0.02}} \right) \quad (14)$$

Tačka prelaza se nalazi na $V_T - 8u_T$, tako da pri naponu praga ($V_G = V_T$) funkcija daje vrednost blizu 0.02 V.

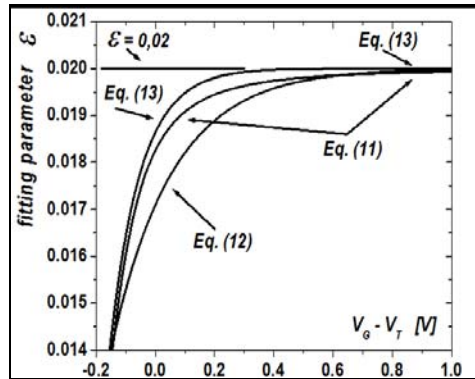
Umesto parametra ε u obliku (14) u [7] je predložena sledeća funkcija:

$$\varepsilon = 0.02 \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{V_G - V_T + 16 \cdot u_T}{8 \cdot u_T}\right) \right] \quad (15)$$

Funkcija (15) raste sporije od funkcije (14). Međutim, kad MOS tranzistori ispoljavaju značajne kvantno mehaničke efekte, pre svega zbog visoke koncentracije primesa u supstratu i male efektivne debljine oksida, u površinskom sloju se formira potencijalna jama dovoljno uska da izazove značajno kvantovanje energije elektrona u pravcu normalnom na površinu poluprovodnika [9], te funkcija ε mora mnogo brže da dostiže vrednost od 0.02 V. Zato u ovom radu predlažemo sledeći oblik za parametar ε :

$$\varepsilon = 0.02 \cdot \left[1 - \frac{1}{2} \cdot \exp\left(-\frac{V_G - V_T + 8 \cdot u_T}{4 \cdot u_T}\right) \right] \quad (16)$$

Na Slici 2. prikazane su zavisnosti podesnog parametra ε od napona na gejtju, izračunate prema relacijama (14), (15) i (16).

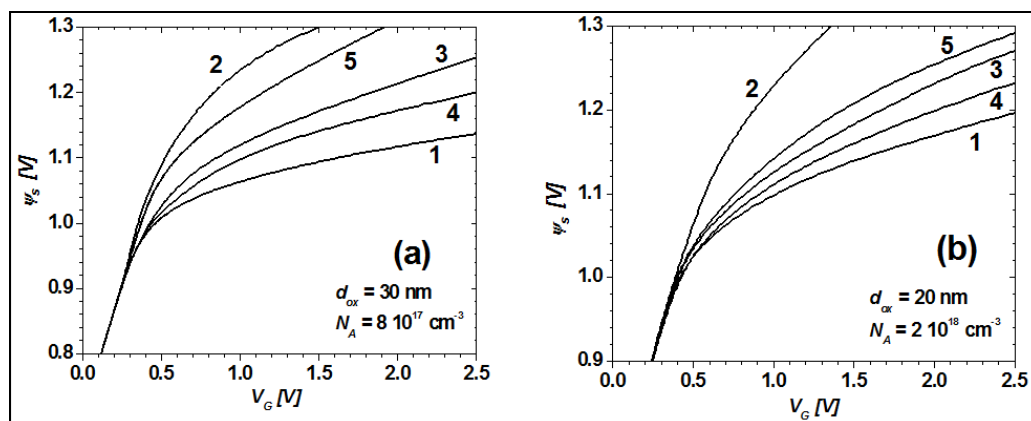


Slika 2. Parametar ε u funkciji napona na gejtju V_G izračunatom prema relacijama (14), (15) i (16)

Izračunate vrednosti površinskog potencijala

Na osnovu predloženog aproksimativnog modela izračute su zavisnosti površinskog potencijala ψ_s od napona na gejtju (Slika 2.), za različite vrednosti parametara MOS strukture (različite debljine oksida i različite koncentracije primesa). Zavisnosti su upoređene sa numeričkim rezultatima (10). Za sva izračunavanja korišćen je programski jezik Mathematica.

Zavisnosti dobijene na osnovu aproksimativnih analitičkih rešenja sa parametrom glatкости definisanim jednačinama (14) ili (15) pokazuju zadovoljavajuće slaganje sa rezultatima numeričkih iterativnih procedura (Slika 3.a.). Međutim, u slučaju visoke koncentracije primesa i male debljine oksida (Slika 3.b.) kada se kvantno mehanički efekti ne mogu zanemariti, bolje slaganje pokazuju rezultati sa parametrom ε definisanim relacijom (16).



Slika 3. Površinski potencijal u funkciji napona gejta izračunat prema numeričkom rešenju implicitne jednačine (10) uz iterativne procedure

Generalno se uočava da je slaganje znatno bolje u osiromašenju i slaboj inverziji nego u oblasti jake inverzije.

4. ZAKLJUČAK

Neka aproksimativna analitička rešenja za površinski potencijal u inverznom sloju n-tipa analizirana su u ovom radu. Pažljivo je proučena i mogućnost primene dobijenih rezultata za različite oblasti rada MOS tranzistora i za različite vrednosti njegovih parametara.

Zavisnosti površinskog potencijala od napona na gejtu izračunate prema aproksimativnom analitičkom modelu sa različitim oblicima parametra glatkosti ϵ upoređene su sa numeričkim rešenjem implicitne relacije (10). Zadovoljavajuće slaganje se zapaža kada se umesto konstantne vrednosti parametra ϵ koristi njegova zavisnost od napona na gejtu.

Zaključuje se da optimalan oblik zavisnosti parametra ϵ mora biti izabran u skladu sa vrednostima parametara MOS tranzistora, što je naročito važno u slučaju visoke koncentracije primesa u supstratu i malih debljina oksida gejta kada se zapažaju značajni kvantno mehanički efekti.

Napomena:

Ovaj rad je rađen u okviru projekta osnovnih istraživanja 141049 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

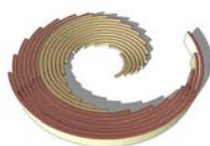
1. Y. P. Tsividis, (1999), *Operation and modeling of the MOS transistor*, New York, McGraw-Hill

2. M. J. van Dort, P. H. Woerlee, A. J. Walker, C. A. H. Juffermans and H. Lifka, (1992), *Influence of high substrate doping levels on the threshold voltage and the mobility of deep-submicrometer MOSFET's*, *IEEE Trans. Electron Dev.*, vol. ED-39, pp. 932-938
3. S. M. Sze and K.K. Ng, (2007), *Physics of semiconductor devices*, Hoboken, New Jersey, Wiley
4. N. Shigyo, (2002), *An explicit expression of surface potential at high-end of moderate inversion*, *IEEE Trans. Electron Dev.*, vol. ED-49, pp. 1267-1273
5. R. van Langevelde and F.M. Klaassen, (2000), *An explicit surface-potential-based MOSFET model for circuits simulation*, *Solid-State Electronics*, vol. 44, pp. 409-418
6. S.-C. Lo, Y. Li and S.-M. Yu, (2007), *Analytical solution of nonlinear Poisson equation for symmetric double-gate metal-oxide-semiconductor field effect transistors*, *Mathematical and computer modeling*, vol. 46, pp. 180-188
7. T. S. Kevkić and D. M. Petković, (2009), *Classical and quantum mechanical models of surface potential and MOS capacitance in strong inversion*, *Proc. of 53th Conference ETRAN*, MO1.4, Vrnjačka banja, Serbia
8. D. Basu and A. K. Dutta, (2006), *An explicit surface-potential-based MOSFET model incorporating the quantum mechanical effects*, *Solid-State Electronics*, vol. 50, pp. 1299-1309
9. T. Kevkić and D. Petković, (2008), *An Analysis of Some Semi-Classical and Quantum Mechanical Surface Potential Models of MOS Inversion Layer*, *Proc. of 26th International Conference on Microelectronics (MIEL 2008)*, vol. 1, pp. 197-200, Niš, Serbia

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

STRATIGRAFSKI PRIKAZ I KINEMATIKA NEOTEKTONSKE AKTIVNOSTI KOLUBARSKO-TAMNAVSKOG BASENA

STRATIGRAPHIC REVIEW AND CINEMATICS NEOTECTONIC ACTIVITIES IN KOLUBARA-TAMNAVA BASIN

Kezović M.¹

Apstrakt

Geološkim istraživanjima utvrđene stratigrafske razlike severnog i južnog dela Kolubarsko-tamnavskog basena su bile razlog da se izvrši kinematika neotektonske aktivnosti preko morfostrukturne analize paleoreljefa, badena, sarmata, panona, ponta i kvartara. Morfološki izgled ovog prostora u različitim vremenskim okvirima je omogućio lakše tumačenje stratigrafsko-paleogeografske evolucije Kolubarsko-tamnavskog basena do u recentno vreme. Podaci o razviću različitih litoloških članova na prostoru produktivnog dela basena su dobijeni, pre svega, na osnovu rezultata geofizičkih istraživanja i brojnih istražnih bušotina. Van produktivnog dela basena broj istražnih bušotina je znatno manji, a podaci su dobijeni izradom prognoznih strukturnih profila.

Ključne reči: *Stratigrafski prikaz, kinematika neotektonske aktivnosti, morfostrukturna analiza, stratigrafsko-paleogeografska evolucija, Kolubarsko-tamnavski basen, istražne bušotine*

Abstract

By geological exploration determined stratigraphic differences at north and south part of Kolubara-Tamnava basin have been a reason to make cinematic neotectonics activities through morpho-structural analysis of paleorelief, baden, sarmatians, pannonia, ponta and ljuaternary.

¹ mr Miodrag Kezović, PD RB Kolubara, Tamnava-Zapadno Polje, Lazarevac,
miodrag.kezovic@rbkolubara.rs

Morphological features of this area in different time frames have allowed easier interpretation of the stratigraphic-paleorelief evolution of Kolubara-Tamnava basin up to the recent time. Data on the development of various lithology members at the area of the basin productive part has been obtained primarily based on the results of geophysical surveys and a number of exploration boreholes. Outside the basin productive part number of boreholes is considerably smaller, and data has been obtained by estimation of structural profiles.

Key words: *Geological surveys, stratigraphic review, cinematics neotectonic activities morpho-structural analysis, stratigraphic-paleorelief evolution, Kolubara-Tamnava basin, exploration boreholes*

1. UVOD

U okviru kolubarskog zaliva formirao se Kolubarsko-tamnavski basen obuhvatajući terene Kolubarskog ugljonosnog basena i Posavo-Tamnave. U njemu su nataložene ogromne količine biljne materije od koje je postao ugalj. Ugljonosni gornji pont, u severnim delovima basena ima kontinuiranu sedimentnu vezu sa kompletnim neogenim kompleksom, a u južnim delovima basena leži transgresivno preko paleozojsko-mezozojske podloge. Razlozi za to kriju se u morfološkom izgledu paleoreljefa, tektonskim odnosima u njegovoj podlozi, neotektonskoj aktivnosti i kvartarnoj eroziji.

2. OPŠTI PODACI

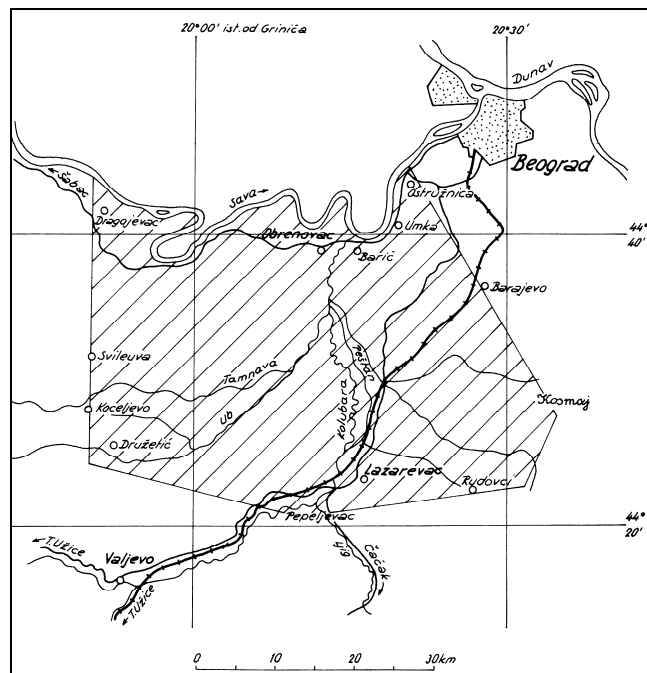
Geografski položaj - Kolubarsko-tamnavski basen se prostire između reke Save na severu, podnožja Slovačkih visova i Vlašića na jugu, Rudovaca i Barajeva na istoku i Koceljeve i Dragojevca na zapadu. Ovako ograničena oblast, prema teritorijalno-administrativnoj podeli, zahvata prostore opština Lazarevac, Lajkovac, Ub, Obrenovac i Vladimirci (Slika 1.).

Geomorfološke karakteristike - Sa geomorfološkog stanovišta prostor Kolubarsko-tamnavskog basena pripada blago zatalasanom, odnosno ravničarskom terenu.

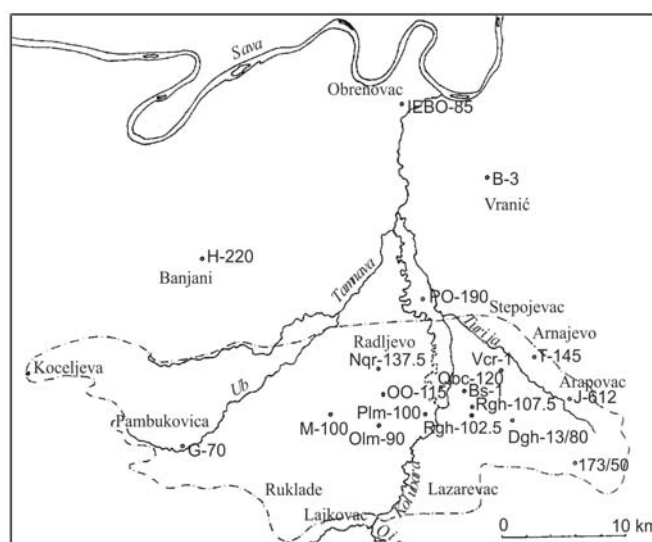
Hidrografske i klimatske karakteristike - Osnovu hidrografske mreže čini reka Kolubara sa svojim pritokama. Njenom dolinom basen je široko otvoren prema Savi. Šire područje Kolubarskog basena odlikuje se umereno kontinentalnom klimom.

3. STRATIGRAFSKI PRIKAZ

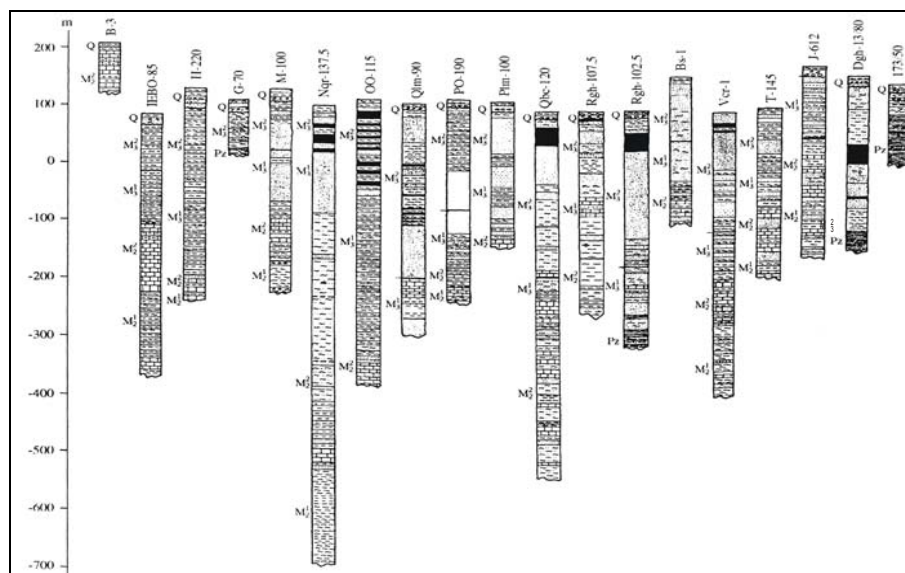
Kolubarsko-tamnavski istražni prostor izgrađen je od paleozojskih, mezozojskih, neogenih i kvartarnih tvorevina. Solidan uvid u litološku raznovrsnost Kolubarsko-tamnavskog basena je postignut i na osnovu uporednog stratigrafskog prikaza važnijih bušotina i njihovog geografskog rasporeda (Slike 2. i 3.).



Slika 1. Pregledna geografska skica istraživane oblasti



Slika 2. Skica geografskog rasporeda važnijih bušotina Kolubarsko-tamnavskog basena



Slika 3. Uporedni stratigrafski prikaz važnijih bušotina Kolubarsko-tamnavskog basena

3.1. Preneogene tvorevine

Paleozoik (Pz) - U sastav paleozojskih tvorevina ulaze gornjodevonsko-karbonska serija konglomerata i škriljaca (D_3+C), terigeni sedimenti srednjeg karbona (C_2^2), peščarsko-škriljava serija srednjeg perma (P_2) i krečnjačko-škriljava serija gornjeg perma (P_3). Njihovo razviće se može dovesti u vezu sa Jaderskim paleozoikom. Dubinskim bušenjem prisustvo ovih tvorevina ustanovljeno je u južnom, jugozapadnom i jugoistočnom delu terena (čini direktnu podlogu produktivnim gornjepontskim naslagama).

Mezozoik (Mz) - Mezozojske naslage su predstavljene trijaskim (donji - T_1 i srednji trijas - T_2) i gornjokrednim sedimentima (K_2^{3-4}). Serija slojevitih i bankovitih dolomitičnih krečnjaka, liskunovitih pešćara i na kraju glinenih škriljaca karakteristična je za donji trijas, a dolomitični krečnjaci (anizijski kat - T_2^1) i masivni kristalasti krečnjaci (ladinski kat - T_2^2) za srednji trijas. Sprudni i subsprudni krečnjaci, pešćari i glinci ulaze u sastav gornje krede.

3.2. Neogene tvorevine (Ng)

Neogen ima najveće rasprostranjenje i litološku raznovrsnost. Predstavljen je sedimentima donjeg, srednjeg (baden, sarmat) i gornjeg (panon, pont) miocena.

U sastav slatkovodnog donjeg miocena (M_1) ulaze peskoviti laporci, tufiti i glinci.

Peskoviti, šljunkoviti peskovi i šljunkovi ulaze u sastav badenskih naslaga (M_2^1), dok je brakični sarmat (M_2^2) određen prisustvom tri horizonta: glinovito-laporovitim, peskovitim i krečnjačkim horizontom.

Kaspibrakična facija panonskog kata (M_3^1) sadrži peskove, ređe šljunkove, peskovite i alevritične gline, alevrite i u manjoj meri laporce.

Pontski kat - M_3^2 (donji - $^1M_3^2$ i gornji - $^2M_3^2$) ima najveće rasprostranjenje na prostoru Kolubarsko-tamnavskog basena i predstavljen je peskovito-glinovitim sedimentima. Reč je o seriji laporovitih i alevritskih gline, alevrita i ređe zaglinjenih peskova u donjem pontu i peskova, alevrita, glina i **ugljonosne serije** u gornjem pontu.

Tvorevine gornjeg pontu su posebno značajne jer su nosioci velikih količina ugljene materije, čija je debljina veoma promenljiva. Zapravo, od nekadašnjeg Polja *A* na istoku pa do Polja *F*, prisutna su dva ugljena sloja. U pravcu juga i polja *F* su izdiferencirana tri ugljena sloja složene građe. Na prostoru Polja *D*, Tamnave Istočno i Zapadno polje konstatovan je jedan složeni ugljeni sloj koji na severu isklinjava, a na zapadu se snažno raslojava uz promenu strukturnih odnosa. Debljina gornjopontskih naslaga, uključujući ugljonosnu seriju, kreće se u intervalu 150-320 m.

3.3. Kvartarne tvorevine (Q)

Akumulacije kvartarnih tvorevina su vezane za rečne doline, gde se pojavljuju u vidu aluvijalnih nanosa (al), rečnih terasa (t) i deluvijalno-proluvijalnih naslaga (d+pr). U sastav aluvijalnih naslaga ulaze šljunkovi, peskovi i gline. Sastav rečnih terasa određuju facija korita (šljunkovi i srednjozrni peskovi) i facija povodnja (alevriti i alevritske gline), a u sastav deluvijalno-proluvijalnih naslaga ulaze sugline i supeskovi.

4. KINEMATIKA NEOTEKTONSKE AKTIVNOSTI

Kinematika neotektonske aktivnosti utvrđivana je na osnovu paleogeografske evolucije proučavanog prostora, pozicije pojedinih repera i neotektonske aktivnosti.

Paleogeografska evolucija proučavanog prostora se odvijala tokom više faza počev od paleogene i donjomiocenske kontinentalne faze, preko morskog režima u badenu, morsko-brakičnog u sarmatu, brakičnog u panonu, baruštinsko-morskog u pontu i završava se sa kopnenom fazom razvoja u pliocenu i kvartaru.

Tokom gornjeg oligocena-donjeg miocena strukturni izgled istražnog prostora, formiran premezozojskim i mezozojskim oblikovanjima, biva dodatno usložen diferencijalnim kretanjem blokova. Direktna posledica toga jeste nastanak potolina u okviru kojih su egzistovali jezerski baseni. Paralelno sa razvojem jezerskih basena odvijala se i magmatska aktivnost.

Početkom badena ovaj prostor je izložen spuštanjima i ingresiji vode Paratetisa, što je uslovalo stvaranje prostranog morskog zaliva.

U sarmatu je karakteristična tendencija proširivanja sedimentacionog basena (pomeranje južne granice) i prelivna sedimentacija (transgresivan položaj sarmata preko paleozojske osnove). Za vreme panona, usled izolacije Panonskog mora, menja se režim vode (smanjenje saliniteta). Sedimentacioni ciklus se odvija u granicama prostora nasleđenog iz sarmata.

U pontu Kolubarsko-tamnavski basen predstavlja morfodepresiju odnosno zonu intenzivnog tonjenja o čemu svedoče naslage velikih debljina. Transgresivan položaj i prelivna sedimentacija tvorevina pontu konstatovana je u obodnim delovima basena. Pliokvartarna kopnena faza se odlikuje razvojem egzogenih denudacijsko-akumulativnih procesa.

Pozicija pojedinih repera - Na osnovu podataka geofizičkih istraživanja, dubinskog istražnog bušenja (Tabela 1.) i paralelnih profila definisana je morfologija različitih repernih nivoa neogenih i kvartarnih naslaga.

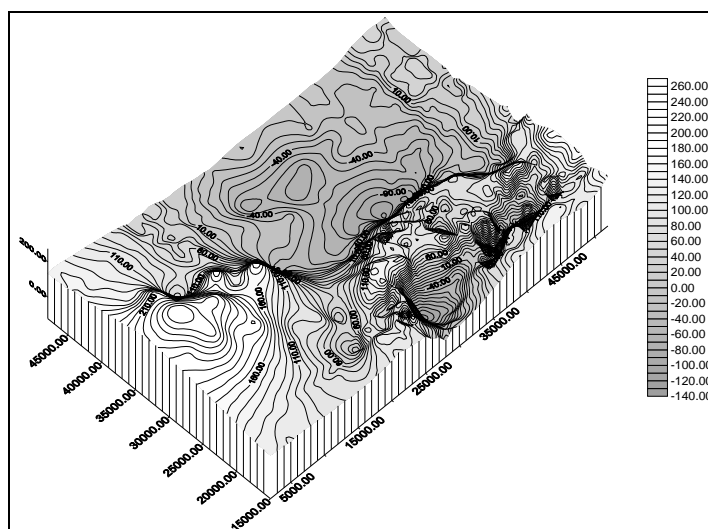
Tabela 1. Neogen u najdubljim bušotinama Kolubarsko-tamnavskog basena

Naziv bušotine	Lokálnost	Stratigrafski članovi neogena			
		Pont (m)	Panon (m)	Sarmat (m)	Baden (m)
H-220	Banjani	33.5-130.0	130.0-273.0	273.0-330.0	330.0-373.0
T-145	Arnajevo	18.0-115.0	115.0-171.0	171.0-290.0	290.0-330.0
IEBO-85	Obrenovac	/	0.0-174.0	174.0-236.0	236.0-450.0
Nqr-137.5	Radljevo	0.0-150.0	150.0-438.0	509.0-612.0	612.0-788.0
QO-102.5	Vreoci	0.0-105.0	105.0-192.0	192.0-285.0	285.0-447.0
B-1	Bačevac	/	/	0.0-55.0	55.0-87.0
Plm-100	Skobalj	0.0-97.0	97.0-242.0	242.0-250.0	/
KO-100	Ruklade	62.0-206.0	206.0-281.0	281.0-287.0	/
PO-190	Poljane	0.0-195.0	195.0-292.0	292.0-330.0	330.0-353.0
Vcr-1/77	V. Crljeni	0.0-210.0	210.0-299.0	299.0-381.0	381.0-503.0
M-100	Paljuve	17.0-110.0	110.0-232.0	232.0-328.0	328.0-353.0
OO-115	Skobalj	0.0-333.0	333.0-442.0	442.0-500.0	/
PO-137.5	M. Borak	23.0-236.0	236.0-299.0	/	/
J-612	Arapovac	/	19.5-129.0	129.0-224.0	224.0-331.0
Bs-1	Vreoci	47.0-140.0	140.0-208.0	208.0-263.0	/

Napomena: Rekonstrukcija i morfološki izgled urađeni su za sve stratigrafske članove neogena, ali zbog obimnosti biće sastavni deo prezentacije, a u radu su prikazani samo za naslage gornjeg pontu.

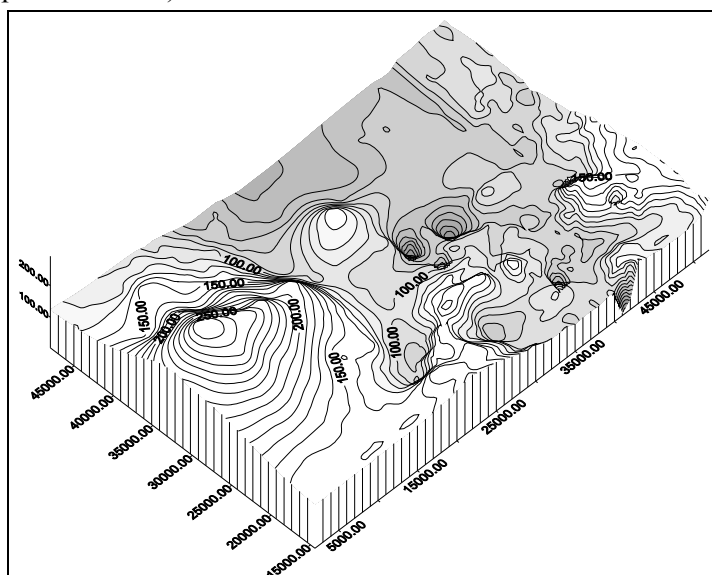
Podina pontu se karakteriše blagom zatalasanošću reljefa sa višim apsolutnim kotama u istočnom i južnom delu basena. Ti prostori predstavljaju zonu izdizanja. Između nje i zone spuštanja može se povući granica sredinom basena približnog pravca pružanja istok-zapad. Tako je basen podeljen na dva dela: severni i južni. Južni deo je okarakterisan neujednačenim reljefom za razliku od severnog dela basena. Najveća vrednost (260 m) je konstatovana u zapadnom delu, a najmanja vrednost (-160 m) u južnom delu basena. Maksimalna visinska razlika podine pontu je 420 m (Slika 4.).

Podina kvartara ima relativno neujednačen reljef. Najveće vrednosti apsolutnih kota su u zapadnom, centralnom i jugoistočnom delu basena (horstovske strukture). Visinska razlika između maksimalne i minimalne vrednosti je 280 m. Granična vrednost između zone izdizanja i spuštanja je 100 m. Idući ka severu izražena je tendencija spuštanja terena (Slika 5.).



Slika 4. Blok dijagram podine pontu Kolubarsko-tamnavskog basena

Neotektonska aktivnost - Na osnovu neotektonskih istraživanja Kolubarsko-tamnavskog basena (Slika 6.) izdvojene su obodne strukture (vlašičko-blizonjski horst, horst Rudovački zabran-Preseka i ostružnički blok) i basenske strukture (moštaničko-manički rov, kladnički rov, rov Beljin-Ratari, lajkovački blok, horst Svileuva-Trstenica, horst Urovci i peštanski blok).



Slika 5. Blok dijagram podine kvartara Kolubarsko-tamnavskog basena

3D perspective map of the Peštanska dislokacija area. The map shows a grid of coordinates (X, Y, Z) and labels for various geological features. The legend on the right lists the features:

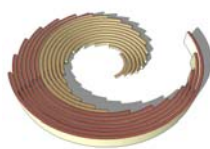
- 1. Peštanska dislokacija
- 2. Barička-šljivovička dislokacija
- 3. Radljevska rasedna zona
- 4. Drenski rased
- 5. Obrenovački rased
- 6. Dubravski rased
- 7. Čelijski rased
- 8. Vrelski rased

6. ZAKLJUČAK

Sa ekonomskog aspekta svakako je najznačajnija ugljionosna serija čije je stvaranje obavljeno za vreme gornjeg pontu u dve različite depozicione sredine, u južnom i severnom delu basena.

Literatura

- 91



ANALIZA MOGUĆNOSTI ODLAGANJA OTKRIVKE SA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E NA SPOLJAŠNJA ODLAGALIŠTA

ANALYSIS OF OPEN PIT FIELD E OVERBURDEN DISPOSAL OPTIONS AT THE OUTSIDE DUMPS

Kitanović B.¹, Ilić Z.², Sabov D.³

Apstrakt

Imajući u vidu nedovoljnu proizvodnju električne energije u regionu, kao i permanentno povećanje potrošnje, neophodno je intenzivnije raditi na obezbeđivanju uslova za otvaranje zamenskih kapaciteta za postojeće površinske kopove uglja. U tom cilju veoma je važno izvršiti kvalitetne pripreme pre ulaska u složenija ležišta i stvoriti uslove da se na ovim kopovima ostvari pouzdan rad. Jedan od problema je obezbeđivanje smeštajnog prostora za otkopanu otkrivku. Poznato je, da su preostali površinski kopovi Kolubarskog basena duboki, što za posledicu ima izuzetno velike količine jalovine koju treba smestiti na degradirane površine.

Kod izbora lokacije spoljašnjeg odlagališta, odnosno, definisanja smeštajnog prostora, analizirane su količine koje se moraju odložiti.

Ključne reči: *Odlaganje jalovine, spoljašnja odlagališta*

¹ Bosiljka Kitanović, dipl.inž.rud, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara d.o.o. ogranak Projekt, Kolubarski trg 8, Lazarevac, bosiljka.kitanovic@rbkolubara.rs

² Zoran Ilić, dipl.inž.rud, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara d.o.o. ogranak Projekt, Kolubarski trg 8, Lazarevac, zoran.ilic@rbkolubara.rs

³ Dejan Sabov, dipl.inž.rud, JP Elektroprivreda Srbije, PD RB Kolubara d.o.o. ogranak Projekt, Kolubarski trg 8, Lazarevac, dejan.sabov@rbkolubara.rs

Abstract

Bearing in mind the lack of electricity production in the region, as a permanent increase in spending, it is necessary to intensify work on the provision of conditions for opening the proper alternative to the existing capacity of coal openpit mines. To this end it is important to make good preparations before going into more complex deposits and create conditions to achieve in these mines reliable operation. One of the problems is to provide storage space for waste rock excavated. It is known that the remaining surface mining Kolubara deep basin, which results in extremely large amounts of waste to be stored in degraded areas.

When selecting an outside disposal location, or to define storage space, an analysis of the amount that must be disposed of.

Keywords: Disposal of waste, Outside dumps

1. KOLIČINE OTKRIVKE SA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E KOJE TREBA ODLOŽITI NA SPOLJAŠNJA ODLAGALIŠTA

Prilikom izbora smeštajnog prostora za spoljašnje odlagalište uzeta je u obzir količina jalovine koju je potrebno smestiti van površinskog kopa do stvaranja uslova za formiranje unutrašnjeg odlagališta. U tu svrhu planirane su degradirane površine već zahvaćene rudarskim radovima (da se ne bi vršila degradacija novih površina), jer se time smanjuju troškovi eksploatacije uglja. Da bi se počelo sa odlaganjem jalovine na unutrašnjem odlagalištu Polja E, potrebno je da front rudarskih radova na poslednjoj etaži odmakne najmanje 300 m, što se poklapa sa završetkom I faze eksploatacije na ovom površinskom kopu do 2020. godine (Tabela 1). Treba imati u vidu da odmah po stvaranju uslova svi sistemi ne mogu istovremeno preći sa odlaganjem jalovine na unutrašnje odlagalište, već je za to potreban period od najmanje 2 godine. Prema tome, smeštajni prostor za spoljašnje odlagalište treba dimenzionisati tako da se smesti jalovina otkopana u prvih 10 godina eksploatacije i dve trećine jalovine otkopane u naredne dve godine eksploatacije (Tabela 2.).

Tabela 1. Količine jalovine i uglja koje će biti otkopane na PK Polje E

Red. broj	Radna sredina	Količine	
		do 2020. god.	do 2043. god.
1.	Odlagalište (m ³)	28 862 141	-
2.	Otkrivka (m ³)	80 721 761	232 928 913
3.	Međuslojna jalovina (m ³)	111 340 250	483 062 000
4.	Podinska jalovina (m ³)	62 868 000	112 240 050
5.	Selektivna jalovina > 1 m za I ugalj (m ³)	899 000	3 846 850
6.	Selektivna jalovina > 1 m za II ugalj (m ³)	264 500	17 638 000
7.	Ukupna jalovina [1+2+3+4+5+6] (m ³)	284 955 652	849 715 813

Količine jalovine predviđene za otkopavanje do perioda silaska na podinu glavnog ugljenog sloja i stvaranja uslova za odlaganje jalovine na unutrašnje odlagalište (do 2020. godine), kao i mase projektovane do kraja veka eksploatacije (2043. godine), date su u Tabeli 1.

Tabela 2. Potreban smeštajni prostor spoljašnjeg odlagališta za PK Polje E

Period	Otkopano jalovine (*10 ⁶ m ³)	Potreban smeštajni proctor (*10 ⁶ m ³)
2010.-2020.	285	342
2020.-2022.	65	78
Ukupno	350	420

Prilikom proračuna potrebnog smeštajnog prostora usvojen je koeficijent rastresitosti $k_r = 1,2$ i za otkopane količine od $350 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ potreban je smeštajni prostor od $420 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Za smeštaj ovih količina jalovine izabran je prostor unutrašnjih odlagališta Polja D i Polja B (Polja C).

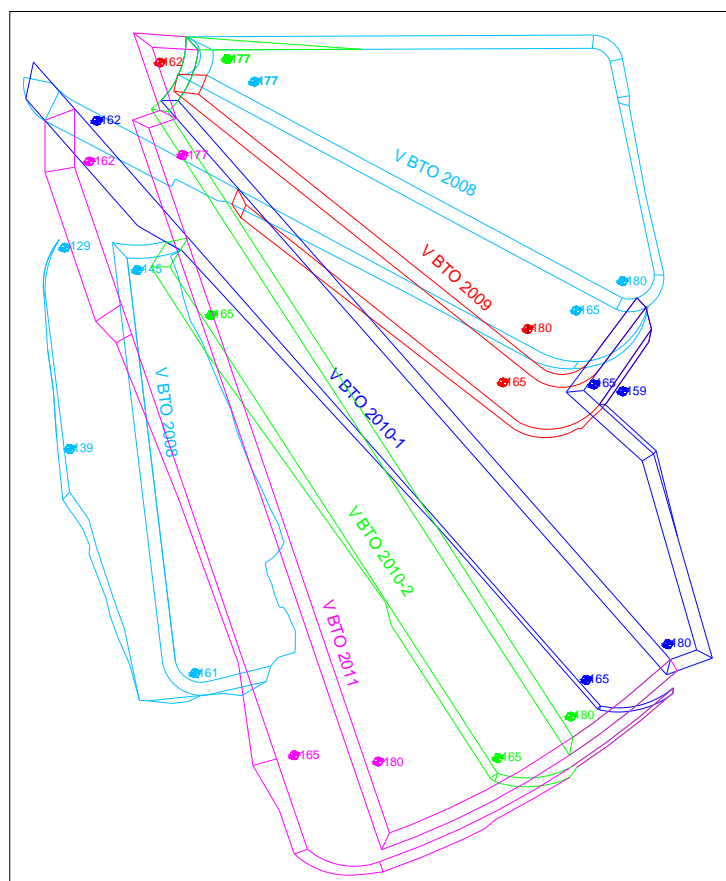
2. POLOŽAJ ETAŽNIH RAVNI ODLAGALIŠNIH SISTEMA NA PROSTORU UNUTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA POLJE D

Odlaganje otkrivke sa površinskog kopa Polje D vrši se pomoću odlagača sličnih tehničkih karakteristika. Razvoj odlagališta je lepezast sa pravcem napredovanja fronta od istoka ka zapadu. Primenuje se tehnologija rada u dubinskom i visinskom bloku. Pošto je formiranje unutrašnjeg odlagališta u funkciji kapaciteta sistema na otkrivci, na prostoru unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Polje D (poslednjih godina) etažne ravni odlagališnih sistema su na različitim nivoima, za svaku godinu eksploatacije i sa dosta kraćim frontom odlaganja.

Etaže su ograničene starim radovima, izlaskom na teren ili na podinu ugljenog sloja. Razvoj svih odlagališnih etaža je sličan, a položaj jednog od njih (V BTO sistema) za period od pet godina (prema dinamici datoj u Dopunskom rudarskom projektu) prikazan je na Slici 1.

3. DEFINISANJE GRANICA UNUTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA POLJE D

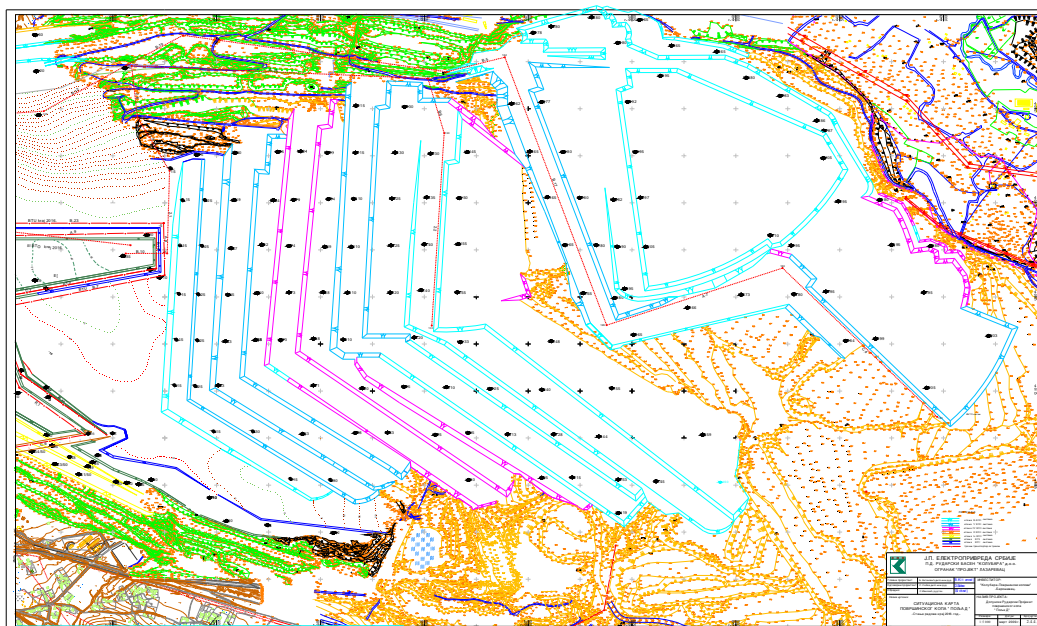
Poštujući projektovanu dinamiku eksploatacije sa površinskog kopa Polje D do kraja veka eksploatacije, potrebno je definisati smeštajni prostor za $98 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ otkrivke. Konstrukcija završne konture smeštajnog prostora se menjala shodno stanju radova na kopovima Kolubarskog basena.



Slika 1. Etažne ravni odlagališnih etaža V BTO sistema do 2012. godine

Zajedno sa rekonstrukcijom kopa, zbog proširenja granica (izmene transportne šeme veznih transportera), kao i potrebe za dodatnim smeštajnim prostorom zbog otkopavanja na prostoru Istočna Kipa i površinski kop Polje E, bilo je neophodno sagledati nove granice unutrašnjeg odlagališta, što je i dato u Dopunskom rudarskom projektu (mart 2009.). Paralelno odlaganje jalovine sa tri površinska kopa na jedno odlagalište je jedini način da se ostvari pouzdana eksploatacija u predstojećim kritičnim godinama.

Na situacionoj karti (Slika 2.) koja prikazuje kraj eksploatacije, prema dinamici datoj u Dopunskom projektu (kraj 2016. godine) prikazan je položaj etaža na unutrašnjem odlagalištu. Front rudarskih radova prema zapadu se nije mnogo pomerio u odnosu na projektovanu završnu kosinu, po prethodnom Dopunskom rudarskom projektu, ali je visina najviše etaže znatno iznad prvobitne.

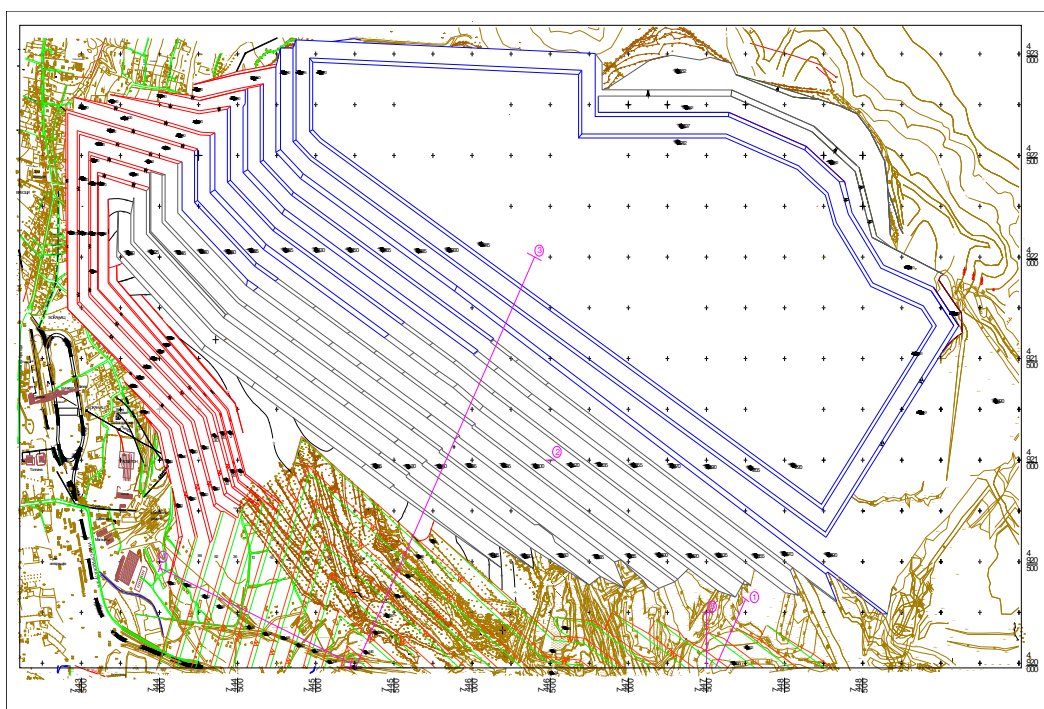


Slika 2. Projektovana kontura na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Polje D po završetku eksploatacije

Završna etaža na unutrašnjem odlagalištu Polja D prvobitno je projektovana na koti 165. U slučaju zadržavanja ove nivelete završne etaže na unutrašnjem odlagalištu i konstrukcijom završne kosine kako je dato, može se smestiti svega $115 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ jalovine, što je nedovoljno i ne dozvoljava odlaganje sa drugih kopova. Stoga je unutrašnje odlagalište površinskog kopa Polje D potrebno nadvisiti do kote 200 (još jedna dubinska i visinska etaža, 20+15 m). Sa završnom etažom na koti 200 omogućen je smeštajni prostor od $350 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Prema projektovanoj dinamici sa prostora Istočna Kipa, do 2012. godine će na unutrašnje odlagalište površinskog kopa Polje D biti smešteno oko $60 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Nakon toga se mase odlažu na unutrašnje odlagalište površinskog kopa Polje B. Preostali smeštajni prostor unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Polje D biće iskorišćen za smeštaj otkrivke sa površinskog kopa Polje E do faze ulaska na unutrašnje odlagalište.

Konačan izgled unutrašnjeg odlagališta sa maksimalno iskorišćenim smeštajnim prostorom dat je i verifikovan Idejnim program sa studijom opravdanosti otvaranja i izgradnje površinskog kopa Polje E (Slika 3.).



Slika 3. Maksimalno zapunjen smeštajni prostor na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Polje D po Idejnom projektu sa studijom opravdanosti

4. DEFINISANJE GRANICA UNUTRAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA POLJE B

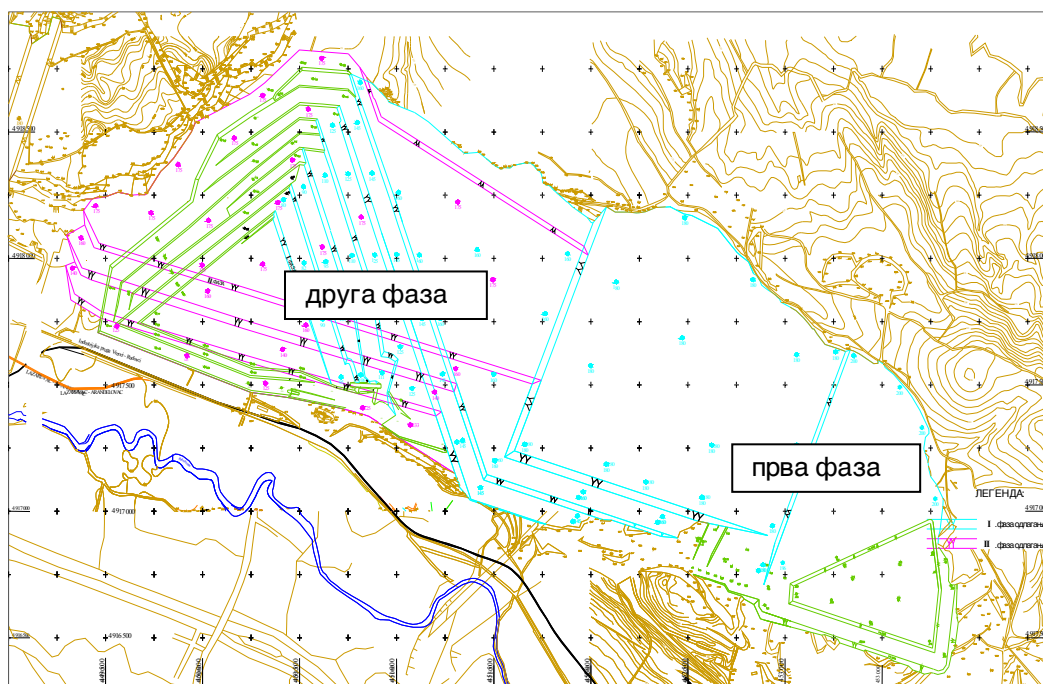
Kod konstrukcije i definisanja smeštajnog prostora na unutrašnjem odlagalištu Polja B imalo se u vidu da se obezbedi nesmetana eksploatacija uglja u granicama kako je to definisano u Dopunskom rudarskom projektu proširenja Polja B. Stoga je period zapunjavanja smeštajnog prostora na unutrašnjem odlagalištu Polje B podeljen u 2 faze i to:

- I faza, dok traje eksploatacija na površinskom kopu Polje C i
- II faza, nakon završene eksploatacije na površinskom kopu Polje C.

Konstrukcija smeštajnog prostora na unutrašnjem odlagalištu Polja B po fazama prikazana je na Slici 4., a proračun zapremina obe faze dat je u Tabeli 3.

Tabela 3. Zapremina smeštajnog prostora na unutrašnjem odlagalištu PK Polje B

Spoljašnje odlagalište Polja E		Smeštajni prostor (m ³)
Polje B	I faza	70 * 10 ⁶
	II faza	85 * 10 ⁶
Ukupno		155 * 10 ⁶



Slika 4. Smeštajni prostor na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Polje B

Nakon završene eksploatacije uglja na prostoru Istočna Kipa i površinski kop Polje C moguće je određene mase smestiti u okviru ovih površinskih kopova, što bi značilo da se smeštajni prostor II faze može uvećati za $75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ otkrivke. U tom slučaju mase bi se odlagale do južne granice površinskog kopa Polje C, dok bi na severu, etaže novog odlagališta pratile formirane nivelete odlagališta površinskog kopa Polje D. Centralni deo, na prostoru površinskog kopa Polje C (pri formiranju unutrašnjeg odlagališta) može ostati nepromenjen, sa završnom etažom na koti 175 m. Međutim, i ovaj centralni deo mogao bi biti značajna rezerva smeštajnog prostora ako bi se nadvisio do kote 210 (moguće je smestiti dodatnih $35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ otkrivke) ukoliko se usklade dinamike eksploatacije uglja na dva susedna kopa (Polje C i Polje E).

Činjenica da je sa eksploatacijom uglja na prostoru Istočna Kipa omogućeno iznalaženje dodatnog smeštajnog prostora, sa jedne strane uliva dodatnu sigurnost u predstojećim kritičnim godinama pri eksploataciji dubokih ležišta. Međutim, realizacija ovog rešenja zahteva dobru organizaciju.

Na osnovu projektovanih količina otkrivke, sa površinskih kopova Polje D, Istočna Kipa i Polje E planiran je smeštajni prostor odlagališta na aktivnim površinskim kopovima Polje D i Polje B (Tabela 4.).

Tabela 4. Smeštajni prostor na unutrašnjim odlagalištima površinskih kopova Polje D i Polje B ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)

Odložene mase sa:	PK Istočna Kipa (do 2012.)	PK Polje D (2010.-2015.)	PK Polje E (do 2022.)	Smeštajni prostor (m^3)
na PK Polje D	50	98	195	412
na PK Polje B		-	155	186
Ukupno	50	98	350	598

Prostor unutrašnjeg odlagališta površinskog kopa Polje D prema datom proračunu zadovoljava potrebe. Zapremina datog smeštajnog prostora ostavlja minimalnu rezervu od $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ za slučaj promena. Sve ovo ukazuje na zaključak da pri planiranju raspodele otkopanih masa prednost treba dati odlagalištu površinskog kopa Polje B i to što više u prvoj deceniji eksploatacije, da bi se smanjili troškovi transporta, a time obezbedila i pouzdanost proizvodnje.

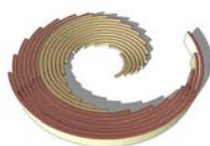
Literatura

1. PD RB Kolubara, ogranak Projekat, (2008.), *Idejni program sa studijom opravdanosti otvaranja i izgradnje površinskog kopa Polje E*, Lazarevac
2. PD RB Kolubara, ogranak Projekat, (2009.), *Dopunski rudarski projekat površinskog kopa Polje D*, Lazarevac

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

OSNOVNI PRINCIPI RUKOVANJA AMONIJUM NITRATOM

BASIC PRINCIPLES FOR AMMONIUM NITRATE HANDLING

Kričak L.¹, Petrović D.², Negovanović M.³, Janković I.⁴, Zeković D.⁵

Apstrakt

Amonijum nitrat ima prvenstvenu primenu kao veštačko đubrivo, ali je i osnovna sirovina u skoro svim vrstama privrednih eksploziva koji se danas proizvode u svetu. Njegova primena u proizvodnji eksploziva započela je u ranoj eri Nobelovih dinamita, a naglo se povećala sredinom prošlog veka, sa pojavom nove vrste ANFO i Slurry eksploziva. Bez obzira da li se koristi u proizvodnji eksploziva ili u druge industrijske svrhe, nije bezopasan proizvod, ali ukoliko mu se poklanja razumna pažnja može se uskladištiti, transportovati i koristiti potpuno bezbedno. U radu je navedeno nekoliko primera nesreća kada su osnovni principi bili narušeni, što je prouzrokovalo neželjene eksplozije amonijum nitrata sa katastrofalnim posledicama.

Ključne reči: *Amonijum nitrat, skladištenje, bezbednost, nesreće*

Abstract

The primary use of ammonium nitrate is as an artificial fertilizer, but it is also the basic raw material in almost all types of commercial explosives that are now produced in the world. Its application in the manufacture of explosives began in the early era of Nobel dynamite and sudden increased in the middle of the last Century, with the apperance of a new kind of ANFO and Slurry explosives.

¹ Prof. dr Lazar Kričak, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

² Dragan Petrović, Centar za miniranje, Beograd

³ Milanka Negovanović, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

⁴ Ivan Janković, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

⁵ Dario Zeković, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

No matter whether it is used in the manufacture of explosives or for other industrial purposes, the product is not harmless, but if it is given a reasonable attention it can be stored, transported and used completely safely. In the paper it is listed several examples of accidents when the basic principles had been violated, causing unwanted explosion of ammonium nitrate with catastrophic consequences.

Key words: *Ammonium nitrate, storage, security, disaster*

1. UVOD

Više od 150 godina amonijum nitrat je glavna oksidaciona so u svim vrstama privrednih eksploziva. Iako se po međunarodnoj klasifikaciji opasnih materija svrstava u klasu 5 (oksidansi), amonijum nitrat pod određenim okolnostima može delovati eksplozivno. Zli jezici tvrde da su upravo neželjene eksplozije AN-a doprinele razvoju i osvajanju danas najviše korišćenog privrednog eksploziva koji je širom sveta prihvaćen pod nazivom ANFO. Međutim i u svim ostalim privrednim eksplozivima amonijum nitrat je osnovni oksidans. U zavisnosti od vrste eksploziva AN se obično koristi u kristalnom ili granuliranom obliku ili u vidu zasićenog vodenog rastvora.

- + Trotil = Amonijumnitratni praškasti eksplozivi
- + Nitroglicerini = dinamiti
- + Gorivo ulje = ANFO
- Amonijum nitrat + Voda, gorivo ulje = Vodoplastični eksplozivi Slurry, zgušnjivač
- + Voda, gorivo ulje = Emulzioni eksplozivi, emulgator
- + Emulziona matrica = teški ANFO

Dok je era dinamita i praškastih AN/TNT i AN/NG privrednih eksploziva bila isključivo vezana za fabričku proizvodnju, proizvodnja savremenih eksploziva ANFO, Slurry, Emulzija i Teškog ANFO-a izlazi iz fabričkog okvira i približava se mestu potrošnje. Proizvodnja Slurry i ANFO na samom rudniku, na licu mesta - NALIM SISTEM u Srbiji započinje sredinom 70-tih godina prošlog veka. Prva proizvodnja ANFO po sistemu NALIM bila je 02. 06. 1975. godine, a prvo punjenje Slurry eksploziva tipa Majdanit 29. 10. 1976. godine na kopovima RTB Bor.

Sledeća faza u razvoju su emulzioni sastavi, a najsavremeniji je teški ANFO koji predstavlja smešu emulzije i ANFO eksploziva. Pojavom ANFO, Slurry i teškog ANFO smanjuje se udeo fabrički proizvedenih dinamita i eksplozivno senzibilizovanih praškastih eksploziva. Prestala je vekovna vladavina dinamita i otvara se era savremenih privrednih eksploziva bez eksplozivnih komponenata od kojih se dobar deo proizvodi po sistemu NALIM na samom rudniku.

U Tabeli 1., prikazano je tekuće stanje potrošnje privrednih eksploziva u svetu i struktura te potrošnje u Evropi.

Tabela 1. Potrošnja privrednih eksploziva u svetu

Područje	Milioni tona	%
Severna Amerika i Kanada	2.5	39.0
Srednji Istok i Azija	1.346	21.0
27 zemalja Evropske Unije	0.513	8.0
Južna Amerika	0.6428	10.0
Afrika	0.577	9.0
Zemlje bivšeg SSSR-a	0.577	9.0
Okeania	0.256	4.0
Ukupno	6.41	100.0

Struktura 0.513 miliona tona koje proizvode zemlje Evropske Unije je:

ANFO	266,760 tona	52 %;
Emulzije	169,290 tona	33 %;
Dinamit	76,950 tona	15 %.

Dakle, trend je u pravcu ANFO i emulzija, kao što je bio i u Srbiji, gde je pred raspad SFRJ 50 % proizvodnje otpadalo na ANFO, Slurry i emulzije. Saglasno trendu proizvodnja se približava potrošaču i veći potrošači dolaze u priliku da poseduju vozila za proizvodnju teškog ANFO i na taj način da neposredno rukuju amonijum nitratom i njegovim umešavanjem sa emulzionom matricom.

Zbog toga smo hteli da ukažemo na neke bitne karakteristike amonijum nitrata koje je dobro znati, jer se nesreće sa amonijum nitratom u vidu neželjenih eksplozija javljaju i u ovoj eri savremenih privrednih eksploziva.

2. KARAKTERISTIKE AMONIJUM NITRATA (AN) – ZAHTEVI ZA KVALITET

Amonijum nitrat se dobija neutralizacijom azotne kiseline sa amonijakom i na tržištu se nalazi u čvrstom obliku u kristalnoj i granuliranoj formi. Vrlo je rastvorljiv u vodi i apsorbuje vlagu iz atmosfere. Stoga ga treba zaštititi od vlage za vreme skladištenja i prevoženja. Dok se za poljoprivredu koristi azot iz amonijačnog i nitrarnog dela AN, u proizvodnji eksploziva amonijum nitrat se koristi kao nosilac kiseonika. Prilikom eksplozije u sastavima privrednih eksploziva, na svakih 100 grama amonijum nitrata oslobodi se 20 grama kiseonika koji se koriste za oksidaciju gorivih elemenata tog eksploziva (vodonik, ugljenik, metalni prah). Prema međunarodnim standardima i naučnoj literaturi, čist AN se tretira kao jako oksidaciono sredstvo, a ne kao eksploziv. Međutim, ako amonijum nitrat sadrži više od 0.2 % gorive materije, on se svrstava u grupu eksplozivnih materijala.

Čist amonijum nitrat je veoma stabilan i treba da ispuni navedene zahteve kvaliteta da bi se koristio u proizvodnji privrednih eksploziva:

Amonijum nitrat NH_4NO_3

Molekulska težina	80.05
Sadržaj azota	34.5 %
Amonijačni azot	17.25 %
Kiselinski azot	17.25 %
Tačka topljenja	169,6 °C
Kristalna gustina	1.725 kg/l
Temperatura razgradnje	200° C.

Između 200 i 300 °C razlaganje može biti eksplozivnog karaktera.

Amonijum nitrat ima pet kristalnih oblika od kojih je svaki postojan u određenom opsegu temperature i pritiska. Važna promena kristalne forme javlja se pri temperaturi od 32.1°C. To je temperatura koju nije teško postići pod uobičajenim uslovima skladištenja. Ukoliko temperatura raste preko te prelazne tačke, promena kristalne forme okarakterisana je povećanjem zapremine kristala od 3%, što može dovesti do raspada granula, naročito ako se ova temperatura prelazi i spušta nekoliko puta.

Ovakav ponovljen ciklus može da izazove krunjenje zrna što smanjuje potrebnu sipkost amonijum nitrata, kao i oštećenja u pakovanju, cepanje vreća i rasipanje AN. Temperaturna kolebanja oko 32.1 °C i relativna vlažnost okoline, često dovode do stvrdnjavanja AN. Zbog toga se AN pridodaju aditivi koji ga stabiliziraju protiv tih fizičkih promena, ali opšte je pravilo da sam amonijum nitrat i svi proizvodi koji sadrže AN treba da budu uskladišteni na hladna mesta i zaštićeni od toplote sunca i toplote iz ostalih izvora.

2.1. Termička stabilnost

Pri zagrevanju čistog AN i na relativno niskim temperaturama zapaža se slaba, spora reakcija disocijacije amonijum nitrata na amonijak i azotnu kiselinu. Ta disocijacija ide uz adsorpciju toplote.

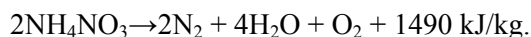
Na 94 °C čvrsti AN počinje da sublimira a brzina sublimacije se povećava sve dok se zagrevanjem ne dostigne tačka topljenja na 169° C. Istopljeni AN isparava, a brzina isparavanja raste sa temperaturom.

Na temperaturi od oko 210 °C počinje reakcija razlaganja AN, na kojoj se izdvaja azotni oksid i vodena para prema jednačini:



Pri ovoj reakciji se oslobađa toplota, a brzina reakcije naglo raste sa porastom temperature.

Pri brzom zagrevanju u temperaturnom intervalu 260-290 °C nastaje ubrzano razlaganje AN uz izdvajanje viših azotnih oksida, vodene pare, azota i kiseonika u elementarnom stanju. Ove reakcije su jako brze i egzotermne, te ako se AN i produkti razlaganja nađu u skučenom - zatvorenom prostoru bez mogućnosti obaranja pritiska i temperature ova reakcija razlaganja poprima karakter eksplozije kada se AN razlaže po jednačini:



Ovo se odnosi na čist AN bez sadržaja nečistoća. U slučaju da AN sadrži nečistoće navedene temperature razlaganja se snižavaju, pogotovu ako je AN kontaminiran solima hroma ili hlora. Sadržaj organskih nečistoća pospešuje razlaganje AN i dovodi do samozagrevanja, kojeg nema ako je AN čist i u čvrstom stanju.

Ukoliko AN sadrži kiseline ili neke druge supstance koje poseduju katalitički efekat (kao hloridi ili hromati), razlaganje može da počne pri temperaturi koja je daleko ispod tačke topljenja AN. Razlaganje može biti brzo i čim jednom počne nastavlja se bez spoljašnjeg zagrevanja.

Ukoliko bi se dogodilo da je AN kontaminiran sa organskim materijama ili oksidansima, posebno, ukoliko su kiseli (tj. kada je pH ispod 4.5), može doći do samozagrevanja, tj. spontanog (obično malog) povećanja temperature koje je rezultat laganog procesa oksidacije.

2.2. Požar amonijum nitrata može dovesti do eksplozije

Iako sam AN nije klasifikovan kao eksploziv, eksplozije koje su nastale kao rezultat požara nisu nepoznate. Uslovi potrebni da dođe do eksplozije detaljno su ispitivani i sasvim je jasno da su potrebni zatvoren prostor i visoka temperatura pre nego što AN eksplodira u uslovima požara. Sadržaj organskih materija će povećati osetljivost AN, omogućujući eksploziju i pri nižem pritisku i manjem stepenu obloženosti. Topli AN je posebno osetljiv na zagađenje organskim ili ostalim zapaljivim materijama pogotovu kad se nalazi u zatvorenom-ograničenom prostoru.

16. april 1947. godine, Teksas Siti (SAD), amonijum nitrat za poljoprivredu utovaren u brodove za dalji transport, zahvatio je požar koji prerasta u eksploziju. Poginulo je 600 ljudi a sve kuće u prečniku od 1.6 km, bile su uništene. Procenjena šteta je bila tadašnjih 67 miliona dolara. Ovde je AN bio zahvaćen požarom u zatvorenom prostoru bez mogućnosti oticanja otopljenog AN, što je ubrzalo rast temperature i pritiska i pogodovalo uslovima za prelazak gorenja u eksploziju. AN je bio upakovan u papirne vreće i obložen sa 1 % voska korišćenog kao sredstvo protiv stvrdnjavanja, što je povećalo eksplozivnu osetljivost AN zahvaćenog požarom, pridodajući i energetski potencijal eksploziji. Na Slici 1. je predstavljen snimak mesta nesreće iz vazduha.



Slika 1. Pogled iz vazduha na oštećenja nakon eksplozije AN izazvane požarom (Texas City, SAD)

Još tri brodske nesreće tovara sa amonijum nitratom obloženim voskom kao sredstvom protiv stvrdnjavanja, dešavaju se u istom periodu, prvo u Brestu (Francuska), a nešto kasnije dva broda sa AN eksplodiraju u Crnom Moru.

Noviji slučaj katastrofalne eksplozije AN desio se u skladištu fabrike đubriva AZF u Tuluzu, Francuska (21.09.2001.). Do danas još uvek nije tačno utvrđeno kako je do eksplozije došlo, ostale su mnoge nepoznanice. Izjave svedoka su kontradiktorne o tačnom sastavu AN u skladištu, a naročito o izvoru paljenja. Navode se mogući kontaminanti i anomalije u strujnom napajanju u blizini skladišta. Ne zna se čak ni količina koja je detonirala. Prvi izveštaji govore o 200-300 tona, a kasniji o 400 tona. Dozvoljena količina je bila 500 tona. Poginulo je 29 osoba, povređeno 2,500, od toga 30 veoma ozbiljno. Eksplozija je oštetila, ne samo fabriku, već i okolinu. Materijalna šteta je procenjena na 2.3 milijarde evra.

Skladište je služilo i za povremeno odlaganje nestandarnog đubriva (materijal sa starta i kraja procesa, đubrivo vraćeno od kupaca, frakcije ispod i iznad deklarisanе granulacije). Eksplozija je registrovana kao potres jačine 3.4 po Rihteru. Formiran je krater 50*60 m, dubine 7 m. Oštećeno je oko 1,100 stambenih objekata u prečniku od 3 km.

Navedeni primeri predstavljaju katastrofalne nesreće jer se radi o eksploziji velikih količina amonijum nitrata. Međutim, eksplozije se dešavaju i pri prevozu standardnih količina AN, prvenstveno zbog nemarnosti i potcenjivanja opasnosti od amonijum nitrata zahvaćenog požarom.

Navodimo slučaj koji se desio u Rumuniji kada je eksplozija 22 t nitratnog đubriva ubila 17 ljudi. To se desilo 24. maja 2004. godine, kada se kamion sa đubrivom prevrnuo na putu, 50 km severoistočno od Bukurešta. Vozač je pokušao da gasi požar koji je izbio na kamionu odmah nakon sletanja s puta. Kako nije uspeo u gašenju, otišao je da potraži pomoć u obližnjem selu. Neki od vozača koji su prolazili putem, primetivši požar zaustavili su se i posmatrali šta se dešava. U međuvremenu stigla su i vatrogasna kola, čak je i jedna filmska ekipa snimala događaj. Tada je tovar eksplodirao i ubio 17 ljudi među kojima 7 vojnih vatrogasaca, dva TV novinara, trojicu meštana i pet radoznalih posmatrača koji su zaustavili svoja vozila da bi posmatrali događaj. Oštećeno je 20 kuća, a na mestu eksplozije ostao je krater dubok 10 m.

Ovde se očigledno zanemarila opasnost od amonijum nitrata koji gori. Napominjemo da se mogu gasiti samo početni požari, kad je AN u pitanju i to samo dovoljnom količinom vode. Sredstva koja izoluju požar od prisustva vazdušnog kiseonika ne pomažu jer amonijum nitrat, kao što smo videli, ima višak kiseonika i nakon oksidacije vodonika i sopstvenog sastava.

Zbog toga, ako se početni požar ne ugasi već uznapreduje, sledeći korak je evakuacija ljudstva na bezbedonosno rastojanje. Nema mogućnosti ni metode da se predvidi u kom momentu će se desiti eksplozija, ali kod skoro svih eksplozija amonijum nitrata zahvaćenog požarom uvek je bilo dovoljno vremena za evakuaciju jer do eksplozije nikad nije došlo odmah nakon izbijanja požara.

2.3. Nesreća koja skreće pažnju na eksplozivna svojstva amonijum nitrata

Navodimo slučaj eksplozije 1921. godine u Opau (Nemačka) gde se dogodila nesreća kada su stvrdnutu masu veštačkog đubriva sastavljenog od smeše amonijum nitrata i amonijum sulfata razbijali miniranjem. Tom prilikom je eksplodiralo 2,000 tona stvrdnutog đubriva, stvorivši krater dubine 60 m, prečnika 130 m, pri čemu su znatno oštećeni objekti u krugu od 6 km. To se nije desilo pri prvom miniranju, ali koliko je eksploziva stavljeno i kad je do eksplozije došlo nikad se nije saznalo jer nije bilo svedoka, svi su izginuli. Vazdušni snimak posle eksplozije, prikazan na Slici 2., daje delimičnu predstavu razaranja i predstavlja dokaz da snažni udarni talas eksploziva može pobuditi eksploziju amonijum nitrata i zato AN treba čuvati dalje od dejstva eksploziva.



Slika 2. Posledice neželjene eksplozije izazvane miniranjem 2,000 tona stvrdnutog azotnog đubriva (Opau, Nemačka)

Sve do ove eksplozije vladalo je mišljenje da amonijum nitrat, iako egzotermna so ne prihvata i ne podržava detonaciju. I u ovom slučaju, u prethodnim miniranjima amonijum nitrat se ponašao kao inertna materija. Međutim, činjenica je da amonijum nitrat pod određenim okolnostima prihvata detonacioni vid razlaganja, naročito ako mu taj spoljni inicijalni impuls, tj. energija aktivacije dolazi od drugog eksploziva. Zbog toga, imajući u vidu sklonost amonijum nitrata ka stvrdnjavanju, bez obzira da li je čist, u smeši sa inertom ili u sastavu kompleksnog đubriva, ne sme se za rastresanje stvrdnute mase koristiti eksploziv.

Pokušaji miniranja stvrdnutog NPK đubriva bilo je i kod nas u Azotari Pančevo. Stvrdnuta masa nije prihvatila detonaciju, ali se zapalila i izbio je požar koji je srećom uspešno ugašen.

3. USLOVI SKLADIŠTENJA AMONIJUM NITRATA

Postoje četiri uslova-pravila koja važe za sigurno i bezbedno skladištenje amonijum nitrata:

1. čuvati ga daleko od eksploziva,
2. čuvati ga daleko od izvora toplote ili pripale,
3. ne dozvoljavati mešanje ili zagađenje zapaljivim materijalima ili bilo kojom drugom supstancom,
4. izbegavati smeštaj AN u zatvorenom - skučenom prostoru gde u slučaju požara nema oticanja stopljenog AN. U samom skladištu mora se obezbediti adekvatna prirodna ventilacija.

Ni u kom slučaju ne treba skladištiti sledeće proizvode u bilo koji deo objekta ili u bilo koji objekat pored onog u kome se nalazi AN:

- eksplozivi,
- čvrste ili tečne materije osetljive na razlaganje usled eksplozije, npr. organski peroksidi,
- zapaljive tečnosti kao što su, laki i težak benzin, benzol, toluol, etar, karbondisulfit, itd.

Ostali čvrsti ili tečni proizvodi lako zapaljivi kao što je sumpor ili metali u prahu ne treba da se skladište u istom objektu, osim ukoliko specijalni uslovi to zahtevaju. U tom slučaju treba apsolutno sprečiti mogući prenos ili transmisiju toplote ili vatre do AN.

Organske supstance, kiseline i ostale korozivne tečnosti i reaktivne supstance kao što su hlorati, hipohloriti, prah za beljenje, hromati, nitriti, permanganati, cink i njegove soli ne smeju kontaminirati AN ni u kom slučaju.

Inertni i nereaktivni proizvodi mogu se uskladištiti u istoj prostoriji, ali treba izbeći međusobnu kontaminaciju proizvoda ili pregradnim zidom ili praznim prostorom.

Posebno treba voditi računa da se izbegne kontakt AN sa:

- proizvodima koji proizvode toplotu u prisustvu vlage; negašen kreč, kalcijum cijanamid, šijaka,
- sa proizvodima loše definisanog ili nepoznatog sastava čije ponašanje u odnosu na AN može da bude nesigurno npr. pesticidi, dezinfektanti, sredstva za uništavanje živih organizama u drvetu, itd.

Po mogućstvu AN treba skladištiti u zatvorenim objektima. Međutim, pod odgovarajućim uslovima moguće je koristiti i otvorena skladišta tipa nadstrešnice, posebno u uslovima gde bi to bila jedina alternativa.

Vreće treba pažljivo složiti na gomilu, tako da se sa svih strana može lako prići njima. Gomile ne treba da budu isuviše blizu zidova ili pregradnih zidova - na rastojanju ne manjem od 75 cm. Savetuju se sledeće maksimalne dimenzije gomila za slaganje uvrećenog amonijum nitrata:

Dužina	15 m,
Širina	6 m,
Visina	3 do 4 m.

Zbog hidroskopskog svojstva AN, potrebe da se izbegne bilo kakva opasnost koja može da se javi usled prosipanja materijala, zahtevi za pakovanje AN su mnogo strožiji nego oni za većinu đubriva. Vreće koje se koriste za pakovanje AN moraju da budu vodootporne i zavarene da bi sprečio ulazak vlage; moraju da budu dovoljno snažne da bi mogle da podnesu oštećenja za vreme uobičajenih manipulativnih operacija. Pri temperaturi do 55 °C ne smeju da pokazuju znake oštećenja.

Objekat mora biti snabdeven odgovarajućom količinom vode koja može da se koristi u velikom obimu, pa čak i u slučaju požara. Udaljena skladišta bez cevovoda treba da budu obezbeđena pumpama adekvatnog kapaciteta da bi mogla da se snabdeju vodom iz okolnog izvorišta, reke ili priručnih rezervoara kapaciteta srazmerno količini AN koji se skladišti. Skladište mora da bude opremljeno protivpažarnim crevom dovoljne dužine koje može da dosegne sve delove objekta iz pristupnog hidranta.

4. ZAKLJUČAK

Čist amonijum nitrat nije samozapaljiv, ali u kontaktu sa zapaljivim materijalom povećava se požarna opasnost. On podržava gorenje i pojačava požar i bez prisustva vazduha uz oslobađanje otrovnih oksida i amonijaka. Vatrogasne službe moraju biti obučene za gašenje požara koji je zahvatio amonijum nitrat. Sva sredstva izuzev vode su neefikasna, mogu biti i kontraproduktivna. Pogrešno korišćenje vode može dovesti do novih eksplozija. Ubacivanje vazdušnih mehurova ako se gasi rasprašenom vodom u stopljenom amonijum nitratu može stvoriti „vruće tačke” inicijalna mesta što pospešuje eksplozivnost. Čist amonijum nitrat je stabilno jedinjenje u čvrstom i stopljenom stanju i kao takav teško detonira, ali ako se podvrgne jakog udarnom talasu i temperaturi u zatvorenom obloženom stanju, može detonirati.

Postoji veliki broj materija zagađivača koji povećavaju eksplozivnu opasnost amonijum nitrata. U principu su to sve organske materije koje istovremeno pojačavaju energetski potencijal eksplozije. Opasni zagađivači su i neka neorganska jedinjenja, kao na primer hlorati, perhlorati, nitriti, zatim kiseline, jer rast kiselosti obara stabilnost. Veliki broj metala nije kompatibilan sa amonijum nitratom: bakar, cink, hrom, nikal, kobalt. Metalni prahovi bakra, cinka, kadmijuma, magnezijuma, olova, nikla, bizmuta, hroma, kobalta, antimona stupaju u burnu reakciju sa rastopljenim AN, što ponekad dovodi do eksplozije. Ako je amonijum nitrat zagađen sumporom, povećava se osetljivost amonijum nitrata na udar. Sve ovo treba imati u vidu pri rukovanju amonijum nitratom, a samo dobra protivpožarna preventiva omogućava sigurno rukovanje.

Našim pravilnikom o tehničkim normativima za rukovanje i skladištenje materija koje sadrže amonijum nitrat u čvrstom stanju, izvršena je klasifikacija i propisane su mere zaštite koje treba ispoštovati (Službeni list SFRJ, br. 55/91). Ovaj pravilnik je u saglasnosti sa savremenim svetskim propisima iz ove oblasti.

Njime su predviđene sveobuhvatne zaštitne mere, ali se stalno potvrđuje da se u praksi nepotpuno sprovode. Na žalost istorija se ponavlja, kontinuitet nesreća sa velikim količinama amonijum nitrata se nastavlja. Takođe i činjenica da je verovatnoća eksplozije AN veoma mala, ali su posledice katastrofalne, jer se skoro uvek radi o velikim skladišnim ili transportnim količinama. Loša istorija sa AN kao đubrivom se nastavlja, stare eksplozije se tokom vremena zaboravljaju, a svaka nova nas ponovo podseti da đubrivo može i da detonira. Eksplozija u Tuluzu je relativno sveža i podstakla je velike kritike postojeće klasifikacije i zakonodavstva. Traže se promene i treba pratiti da li će do njih doći. U Evropskoj Uniji se razmatraju postojeći propisi vezani za skladištenje, prevoz i rukovanje amonijum nitratom i može se očekivati njihovo pooštavanje.

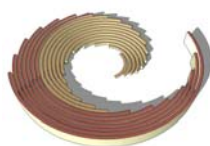
Literatura

1. Petrović, D., Kričak, L. (2005), *Analiza eksplozivne opasnosti KAN-a u procesu kompaktiranja đubriva*, Centar za miniranje, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
2. Petrović, D., (1984), Osmogodišnja primena NALIM tehnologije u Jugoslaviji, Časopis Eksploziv bušenje miniranje, br 2, str.59-69, Rudex, Beograd
3. Petrović, D., (1984), Osmogodišnja primena NALIM tehnologije u Jugoslaviji, Časopis Eksploziv bušenje miniranje, br 3, str.117-124, Rudex, Beograd
4. Kersten. R.J.A., Mak, W.A., (2004), *Explosion Hazards of Ammonium nitrate, How to assess the risk*, Proceeding of the International Symposium on Safety in the Manufacering, Storage, Use, Transport and Disposal of Hazardous Materials, Tokyo, Japan
5. Turcott, R., Lightfoot. P.D.M., Fouchard, R., Jones, D.E.G, (2003), *Thermal Hazard Assessment of Ammonium nitrate and AN-based Explosives*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 101, No.1, 4 July 2003 , pp. 1-27.
6. Pravilnik o tehničkim normativima za rukovanje i skladištenje đubriva u čvrstom stanju koja sadrže amonijum nitrat, (Službeni list SFRJ, br. 55/91)

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

USLOVI PRIMENE KONTURNIH MINIRANJA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA

CONDITION FOR CONTUOR BLASTING USE ON OPENPIT MINES

Krsmanović I.¹, Dambov R.²

Apstrakt

U cilju dobijanja stabilne završne kosine na površinskim kopovima u praksi se često pristupa primeni konturnih miniranja i ispitivanje mogućnosti primene različitih metoda primarnih miniranja u cilju dobijanja optimalnih tehno-ekonomskih efekata.

U ovom radu prikazana je jedna od metoda konturnih miniranja, bušačko-minerski parametri, konstrukcija eksplozivnog punjenja, i način iniciranja.

Abstract

For purpose of obtaining a stable final slope in open pit mines practice, the most common approach is the contour blasting method and investigation of possible applications of various primary blasting methods for purpose of gaining the optimal techno-economical effects.

This paper presents one of the contour blasting methods, drilling and blasting parameters, construction of explosive charges and method of initiation.

¹ dr Ivan Krsmanović, dipl. inž., Srbija

² Prof. dr Risto Dambov, dipl. inž., Univerzitet Goce Delčev, FPTN, Štip, R: Makedonija

1. UVOD

Površinski kop je kop tipično dubinskog tipa, što znači da je stabilnost završnih etaža i kosina bitan faktor za dalju normalnu eksploataciju.

Sa naučno-stručne tačke gledanja, imajući u vidu dosadašnji način formiranja završnih etaža, preporučuje se izvođenje konturnih miniranja u cilju poboljšanja stabilnosti završnih kosina i etažnih platoa.

U vezi tehničko-tehnološke pripreme pri izvođenju konturnih miniranja, imajući u vidu tehničku opremljenost površinskog kopa, ne bi trebalo da predstavlja poseban problem, pošto su na površinskom kopu, u funkciji izvođenja bušačkih radova, u upotrebi savremene bušaće garniture, uz mogućnost izbora odgovarajućeg prečnika bušenja.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE POVRŠINSKOG KOPA

U proizvodnim uslovima, formiraju se etaže visine od 15 metara, primarna miniranja se izvode primenom snažnih eksploziva i savremenih eksplozivnih sredstava, i primenom većih količina eksploziva u zavisnosti od veličine bloka koji se minira (više od 10 t).

Sa završnih kosina površinskog kopa, tokom vremena, dolazi do odronjavanja većih ili manjih pojedinačnih blokova, sa kosine etaže koja je rastresena i nestabilna. Pukotine koje su stvorene na platou etaže vremenom pod uticajem vremenskih uslova mogu da se jave kao potencijalna mesta za stvaranje kliznih površina većih ili manjih razmera, a rastreseni materijal tokom vremena može da zapuni plato na nižoj etaži koji tokom vremena može da posmeta normalnoj eksploataciji i isti treba da se odstranjuje, a time se troše dodatna neplanirana materijalna sredstva. Nastabilnost etaža može prouzrokovati aktiviranje većih količina masa po nekoj primarnoj rasednoj zoni, a mogu se javiti i veći odroni kao blokovi - samci, koji mogu biti vrlo opasni ako se radi o kopu sa više dubinskih etaža.

Na površinskim kopovima primenjivano je dosad više metoda u zavisnosti od situacije terena, radne sredine, raspoložive bušaće opreme i potrebnih eksploziva za izvođenje ovih tzv. specijalnih miniranja.

U ovom radu biće prikazana jedna od primenjenih metoda, a to je metoda *predhodno stvaranje pukotina* po liniji završne konture etaže.

Kao primer dat je površinski kop centralnog rudnog tela Bučim, koji se razvija u kop klasičnog dubinskog tipa sa visinom etaža od 15 metara, gde je sa naučne i praktične tačke gledišta, stabilnost etaža bitan faktor za normalnu eksploataciju.

Izvođenjem konturnih miniranja, u početku na gornjim etažama, daje se značaj ovom problemu uz napomenu da ovakva miniranja treba izvoditi kontinuirano na svakoj narednoj etaži, a sa druge strane ove etaže biće razvijene po dubini kopa sve do samog dna kopa.

Stepen raspucalosti masiva izražen preko broja pukotina na jedinicu površine iznosi 10 - 15 pukotina na kvadratni metar.

Najzastupljeni sistem pukotina je sistem sa E.P. 340/70 (sistem pukotina prvog reda), dok druge pukotine mogu da se uslovno predstavljaju kao sistemi pukotina drugog reda i one su daleko manjeg značaja pri izvođenju bušačko-minerskih radova.

Na radnim etažama, uočljive su i rasedne strukture sa različitom orijentacijom koje, takođe, imaju uticaja na izbor metode konturnog miniranja, kao i na same rezultate.

Primetna su, isto tako i sekundarna oštećenja na platou etaže nastala kao rezultat prethodnih primarnih miniranja. Izražena su kao uočljive pukotine, najčešće sa pravcem koji je paralelan sa ivicom etaže.

Svi spomenuti faktori imaju svoj uticaj na rezultate miniranja, što znači jedan od zadataka planera i direktnih izvođača biće eliminisanje ovih faktora, t.j. minimiziranje njihovog negativnog uticaja.

3. BUŠAČKO-MINERSKI PARAMETRI PRI IZVOĐENJU KONTURNIH MINIRANJA

Prema dosadašnjim izvedenim eksploatacionim miniranjima, fizičko-mehaničke karakteristike stena, kao i po kriterijumu uspešnosti konturnih miniranja, mogu se primeniti metode prigušujućeg miniranja i ravno-profilnog miniranja.

Ove metode su do nekog stepena modificirane u korelaciji sa raspoloživom opremom za izvođenje konturne bušotine, prostorom na samoj etaži gde se planira konturno miniranje, i raspoloživim eksplozivom za punjenje minskih bušotina. Karakteristike radne sredine, omogućuju i primenu metode predminiranja (predcepenje), sa napomenom da se ova metoda koristi u masivnim kompaktnim stenama, primenom manjeg prečnika bušenja (za ove uslove od 70-150 mm).

Primena metode linijskog (zvučnog) miniranja sa izvođenjem praznih bušotina, za ove prečnike bušenja je potpuno neekonomična za ovaj površinski kop.

Bušenje bi se moglo izvoditi sa prečnikom bušenja od 150 mm i 105 mm. Bušotine mogu biti vertikalne i kose, ugao bušenja u odnosu na vertikalnu od 75°, odnosno, ugao koji je približno jednak projektovanim završnim uglovima kosina etaža.

Pri izvođenju konturnih bušotina sa prečnikom od 150 mm, usvaja se rastojanje između bušotina od $a = 2$ m, saglasno teoriji konturnog miniranja i kriterijumu uspešnosti konturnog miniranja.

Linija najmanjeg otpora (L.N.O.) iznosi:

$$NJ = 1.25 \cdot a = 1.25 \cdot 2 = 2.50 \text{ m}$$

U slučaju kada se bušenje izvodi prečnikom od 105 mm onda rastojanje između bušotina iznosi:

$$a = 1.5 \text{ m, pa je } NJ = 1.25 \cdot 1.5 = 1.87 \text{ m}$$

Dobijene teorijske vrednosti za rastojanje između bušotina su vrlo male. Ove vrednosti bi se primenjivale u uslovima kada postoji mogućnost za pravilan raspored eksplozivnog punjenja u bušotinama.

U ovom slučaju zbog ograničenja na izboru tipa eksploziva, usvojena su veća rastojanja, proporcionalno povećana u odnosu na raspoloživi eksploziv.

Imajući u vidu da se ipak radi o površinskom kopu masovne eksploatacije, kriterijum za uspešnost konturnih miniranja je dosta umeren, što znači da se ne mora strogo pridržavati teorije konturnog miniranja, već glavni cilj je uklapanje konturnog miniranja u plan bušačko-minerskih radova na samom površinskom kopu.

Postizanje glavnog cilja je dobijanje stabilne etažne kosine bez izražene pukotine iza granične linije na platou završne etaže. Kao napomena u vezi dubine konturnih bušotina treba istaći da su u mnogim dosadašnjim eksploatacionim miniranjima zabeležena zarušavanja minskih rupa, što bi pri izvođenju konturnih miniranja bilo izraženo sa dosta negativnih efekata. Za eliminisanje ovog faktora (negativan) preporučuje se provera svih konturnih bušotina pre planiranje samog miniranja, kao i dobijanje tačnih podataka o visini etaže za taj blok.

U slučaju da se ustanovi nedovoljna dubina konturnih bušotina ili obratno, kao i zarušena bušotina, potrebno je da se bušotine nivelišu po dubini, kako bi ove nepravilne bušotine bile u skladu sa ostalim, čime bi se njihovo negativno dejstvo bilo minimalno.

Eksplozivi koji mogu da se koriste pri izvođenju konturnih miniranja treba da ispune nekoliko osnovnih uslova, a to su:

- mogućnost postizanja manjih gustina punjenja u bušotinama (patronirani eksplozivi sa prečnikom od 60-80 mm);
- sa prisustvom vode u bušotinama koja je prisutna na ovom površinskom kopu treba primenjivati vodootporne eksplozive (patronirane) ili zaštićene eksplozive (granulirani) na dejstvo vode i velike vlažnosti pomoću specijalnih dugačkih plastičnih kesa sa odgovarajućim prečnikom;
- primenjuju se relativno slabi eksplozivi sa specifičnom energijom od 3,700-4,200 kJ/kg.

Gustina punjenja zavisi od primenjenog prečnika bušenja. U slučaju kada su konturne rupe sa prečnikom od 150 mm prema Tabeli, dijagrame, postojećoj formuli i iskustveno od dosadašnjih miniranja za slične sredine, gustina punjenja se usvaja:

$$p_0 = 2.7 \text{ kg/m}$$

U slučaju kada su minske bušotine sa prečnikom od 105 mm za gustinu punjenja se dobija:

$$p_0 = 1.3 \text{ kg/m}$$

Način iniciranja minskih konturnih bušotina zavisi od primenjene metode, dispozicija konturnih bušotina u odnosu na primarne (ako ih ima), kao i od karakter radne sredine.

Imajući u vidu teoriju formiranja pukotina između dve susedne minske bušotine, preporučuje se momentno iniciranje konturnih bušotina, što bi značilo redno povezivanje konturnih bušotina bez primene milisekundnih usporivača.

Kada su konturne bušotine u zajedničkoj seriji sa primarnim bušotinama, što je i najčešći slučaj za uslove ovog površinskog kopa, kao najbolje rešenje preporučuje se redno iniciranje sa milisekundnim usporenjem, intervalom od 25 do 50 ms.

U slučaju bočnog otvaranja minske serije, a što zavisi od konkretnih radnih uslova na kopu, preporučuje se milisekundno iniciranje sa dijagonalnim rušenjem primarnih i konturnih bušotina.

4. BUŠAČKO-MINERSKI PARAMETRI SERIJE KONTURNOG MINIRANJA

Za probno izvođenje konturnog miniranja izabrana je metoda stvaranja pukotina predminiranjem (prespliting - metoda).

Konturno miniranje je izvedeno na visinskoj etaži, u radnoj sredini gnajs, koji se karakteriše sa krupno blokovitom raspucalošću i relativno dobrom sredinom za izvođenje konturnih miniranja.

U Tabeli 1. daju se osnovni bušačko-minerski parametri koji su od bitnog značaja pri izvođenju ovakvih miniranja, kao i za bolji pregled primenjenih radnih parametara.

Tabela 1. Osnovni bušačko-minerski parametri

Bušačko minerski parametri	Visina etaže (m)	Prečnik bušenja (mm)	Dubina bušotina (m)	Rastojanje između bušotina (m)	Ugao bušenja (°)	Broj konturnih bušotina
Vrednost	15	105	15.5	1.5	75	30

Kao eksplozivno punjenje koristi se patronirani eksploziv Amoneks 38/500 proizvod firme Trajal iz Kruševca.

Za podno punjenje stavljena su dva patrona na dno bušotine, a zatim je spušten udarni patron koji je izrađen od dva patrona povrzanih sa detonatorskim štapinom.

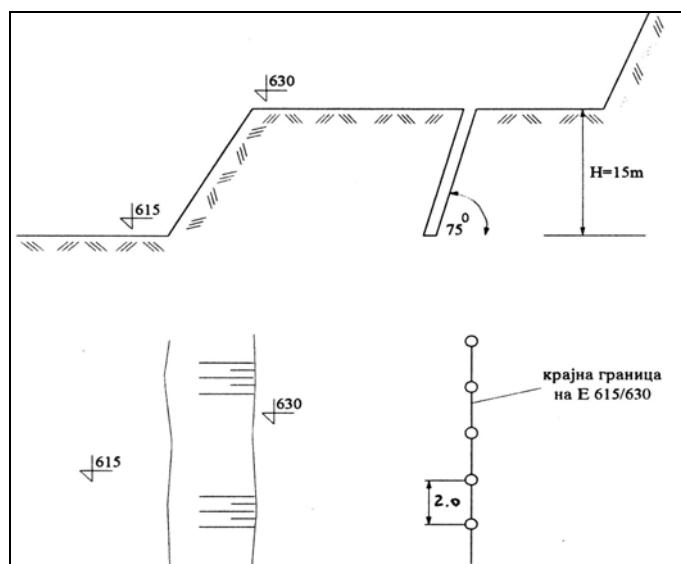
Dispozicija konturnih bušotina na samoj etaži u odnosu na završne etažne i radne kosine prikazana je na Slici 1.

Celo eksplozivno punjenje je konstruirano (izrađeno) na površini, a zatim se spušta pažljivo u samu minsku bušotinu.

Konstrukcija punjenja je sledeća:

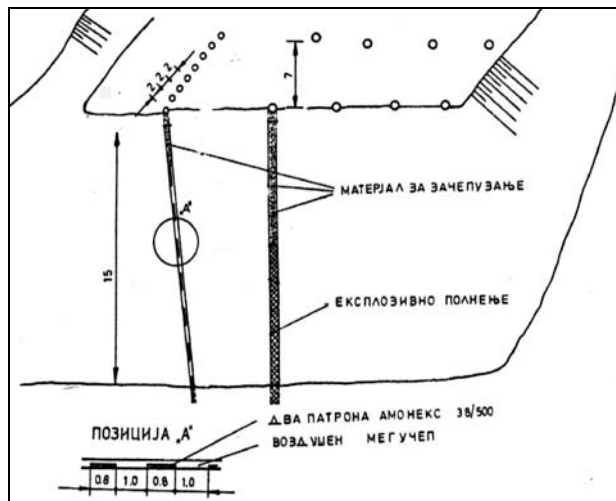
Posle povezivanja prve dve patrone (koji imaju i ulogu udarne patrone za dva slobodna patrona spuštenu na dno), na rastojanju od 1 m povezuju se druge dve patrone, zatim se opet ostavlja rastojanje od 1 m, i tako po celoj dužini detonatorskog štapina. Patrone su povezane sa detonatorskim štapinom sa samolepljivom (širokom) trakom kako bi imale dobar kontakt između patrona i detonatorskog štapina. (Slika 2.).

Na gornji kraj ostavlja se slobodni kraj koji je visina čepa i potrebna dužina na površini koja iznosi od 4.0 do 4.5 m.



Slika 1. Lokacija konturnih bušotina

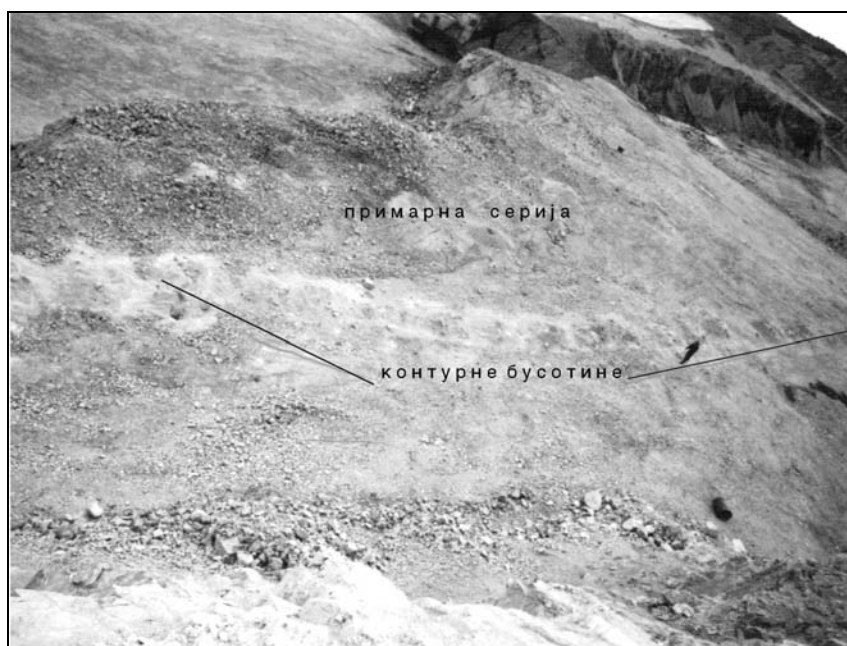
Tako pripremljene, patrone i štapin na površini, spuštaju se u bušotinu, a zatim se radi čep od nabušenog materijala.



Slika 2. Način konstrukcije eksplozivnog punjenja

Kako se ne bi izgubio materijal za začepljenje u dubini (zato što ima prazan prostor između zidova bušotine i patrone) koristi se obični karton i najlon koji se nabijaju pomoću minerskog štapa do potrebne dubine (visina čepa).

Iniciranje minske serije konturnih bušotina je trenutno, odnosno sve konturne bušotine povezane sa zajedničkim vodom, iniciraju se preko detonatorskiog štapina sa kapislom br. 8 bez primene milisekundnih usporuvača. To je u skladu sa teorijom miniranja i izvođenja konturnih miniranja, posebno za ovu metodu gde je kriterijum uspešnosti: formiranje pukotina između konturnih bušotina, po dubini i po dužini cele serije na površini. Na Slici 3. je prikazana minska serija pre samog miniranja gde se vide primarne i konturne bušotine.



Slika 3. Izgled minske serije pre miniranja

Posle miniranja, na površini su bile vidljive pukotine u pravcu cele serije, sa širinom od 5 do 20 cm. Ovo ukazuje da je formirana pukotina, kako po dužini tako i po dubini cele serije.

Stanje kosine nakon tovaranja izminiranog materijala bila je relativno stabilna, bez vidljivih većih pukotina po dubini. Ali, najbitnije je da je radni plato na etaži stabilan, bez vidljivih pukotina iza linije prethodno formirane pukotine.

5. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu razvoj površinskog kopa Bučim, izvođenja konturnih miniranja su neminovna ako se želi stabilnost etaža, platoa i opšta sigurnost ljudstva i mehanizacije. U pogledu primene odgovarajuće metode konturnih miniranja poželjno je izvršiti više probnih miniranja kako bi se usvojila najbolja, u pogledu karakteristika radne sredine, raspoložive mehanizacije, tipa eksploziva, manjih troškova itd.

Primenjena metoda predminiranja je uspešno izvedena sa jedinstvenom zabeleškom, da je dosta komplikovana u pogledu konstrukcije samog eksplozivnog punjenja.

Kao preporuka bi moglo da se istakne potreba cevno patroniranog eksploziva sa određenim prečnikom i dužina veća od sadašnjih patroniranih eksploziva, koji bi se direktno koristio za ovakva miniranja. Time bi se izbegli manipulativni rizici, previše utrošeno vreme i uopšte pojednostavila bi se primena ove i drugih metoda konturnog miniranja.

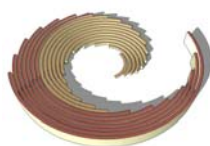
Literatura

1. *Tehnička dokumentacija površinskog kopa Bučim - Radoviš*
2. Krsmanović I., (1987 - 1993), *Radovi iz Časopisa Miniranje*
3. Dambov R., (1993), *Konturno miniranje kako faktor za stabilnost na završnite kosini na površinske kopovi*, Magistarski rad, RGF - Štip, Makedonija
4. Savić M., (2000), *Miniranje na površinskim kopovima*, Monografija, RTB Bor, Indok centar Bor, Srbija

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**PREDLOG METODOLOGIJE ZA MERENJE PERFORMANSI
PREMA PREPORUKAMA STANDARDA ISO 9004:2009**

**A PROPOSED METHODOLOGY FOR MEASURING PERFORMANCE
ACCORDING TO THE RECOMMENDATIONS OF ISO 9004:2009**

Kukrika M.¹

**Ponekad moraš da budeš genije da bi video očigledno
Albert Ajnštajn**

Apstrakt

U ovom radu ispituje se osnovno značenje termina performanse i preispituju se metodološki problemi merenja i monitoringa, te alternativni pristupi poboljšanja performansi prema preporukama standarda ISO 9004:2009. Cilj merenja performansi nije kvantifikacija. Cilj je odgovornost - i to se može postići striktnom primenom indikatora koji će imati nedvosmislena značenja kako za auditora, tako i za osobe čije aktivnosti su predmetom internog ili eksternog audita.

Abstract

This paper examines the basic meaning of performance, and then reviews in turn the methodological problems of measurement and monitoring, and alternative approaches to improving the performance orientation according to the recommendations of standard ISO 9004:2009. The objective is not quantification. The objective is accountability - and that can be achieved by indicators that have unambiguous meanings for the assessor and the person or group assessed.

¹ Prof. dr Milan Kukrika, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Beograd

1. UVOD

Svet se više ne deli na bele, crne, žute ili crvene. On se deli na bogate i siromašne. Na pitanje *Hoćete li da postanete milioner?* bi sa gromoglasnim *Da* bez razmišljanja odgovorila većina stanovnika naše planete.

U eri oskudice i opšte neinformisanosti, prodaja se zasnivala na sloganu *Neka kupac vodi računa* (caveat emptor). Kada je u fokusu glup, lojalan i bezličan potrošač, formula za siguran uspeh je veoma jednostavna - kupi što jeftinije i prodaj što skuplje. Na primer, proizvođač napravi delove vredne 700 dolara i proda ih dileru za 2000 dolara, a ovaj ih proda krajnjem kupcu za tri hiljade. Pri tom, oni i dalje ne vrede više od 700 dolara.

Pritisak za kratkoročnom zaradom verovatno neće oslabiti u doglednoj budućnosti. Međutim, praksa je pokazala da je kratkoročna zarada krajnje nepouzdana, a u većini slučajeva se pokazala i kao surova obmana, jer je zasnovana na dve danas neodržive premise - pretpostavci o višku potražnje i potpunoj neinformisanosti kupca.

Standard ISO 9004:2009 ističe da bi rukovodstvo organizacije trebalo da osigura da napredak u dostizanju planiranih rezultata u odnosu na politiku i ciljeve postane realnost na svim nivoima i na svim funkcijama u organizaciji. Da bi se to ostvarilo trebalo bi da se pruže jasni i nedvosmisleni odgovori na sledeća 4 pitanja:

1. Gde smo sada?
2. Gde želimo biti?
3. Kako da tamo stignemo?
4. Kako možemo meriti naš napredak?

Procesi merenja i analize trebalo bi da se koriste za praćenje tog napretka. Izbor odgovarajućih ključnih indikatora performansi i metodologije za praćenje su kritični za uspeh procesa merenja i analize.

Uvođenje novih načina ocenjivanja rezultata ljudskog delovanja uvek dovodi do promena u ponašanju. Međutim, dobro poznati *zakon neželjenih posledica*, pokazuje da pokušaji uvođenja novih načina merenja performansi mogu rezultirati neplaniranim ponašanjem, što može da bude u neskladu sa ciljem, ili čak imati za posledicu da se početno stanje pogoršava. Rizik od nepredvidivih posledica je veći, ukoliko se ne poznaju, (ili se ignorišu) neformalna pravila koja regulišu ponašanje u organizaciji (organizaciona kultura).

Pod pojmom *performanse* podrazumeva se ostvarenje dogovorenih rezultata unutar raspoloživih sredstava i dogovorenog vremena pod uslovom da se poštuju unapred propisana pravila igre i ostvari prihvatljiv kvalitet.

2. KLJUČNI INDIKATORI PERFORMANSI

Ključni indikatori performansi dozvoljavaju organizaciji da identifikuje i prati trendove. Faktori performansi kojima upravlja organizacija i koji su kritični za njen uspeh trebalo bi da budu izraženi kao indikatori koji obezbeđuju informacije za sadašnja i buduća dostignuća. Indikatori bi trebalo da se odnose na politiku i strategiju organizacije.

Indikatori performansi bi trebalo da budu jedinstveni za prirodu i veličinu organizacije i njenih proizvoda, procesa i aktivnosti. Oni moraju biti u saglasnosti sa ciljevima organizacije, koji bi trebalo za uzvrat da budu saglasni sa strategijom.

Bitno je za svaku organizaciju da prepozna i odabere ključne indikatore performansi koji obezbeđuju specifične informacije u vezi sa osnovnom delatnošću, rizicima i mogućnostima.

Pri izboru primerenih ključnih indikatora performansi organizacija bi trebalo da obezbedi da oni pružaju informacije koje će se moći primeniti u vezi sa:

- izlaskom u susret potrebama i očekivanjima klijenata i drugih zainteresovanih strana,
- značajem proizvoda organizacije, sada i u budućnosti,
- efektivnošću i efikasnošću procesa,
- efektivnom upotrebom resursa,
- ostvarivanjem profitabilnosti i finansijskim rezultatima,
- gubicima.

2.1. Zahtevi na indikatore performansi

Da bi se indikatori performansi mogli iskoristiti na pravi način oni moraju da ispune pet zahteva (tzv. CREAM zahtevi na dobre performanse):

- C(clear) - Indikatori performansi bi morali da budu jasni, tj. precizni i nedvosmisleni (ne nužno kvantitativno),
- R(relevant) - relevantni, tj., primereni postavljenim ciljevima (a ne da kriterijumi izbora budu samo to što su lako dostupni),
- E(economic) - troškovno prihvatljivi (da indikator budu dostupni uz razumnu cenu),
- A(adequate) - odgovarajući, sprovedeno merenje samo, ili u kombinaciji s drugim merenjima mora da pruži dovoljno osnova za ocenu performansi,
- M(monitorable) - kontrolisani - ponovljivi i podložni nezavisnoj proceni.

Ako bilo koji od ovih pet kriterijuma nije zadovoljen, indikatori performansi ne bi trebalo da budu prihvaćeni i trebalo bi potražiti druge načine za procenu performansi uključujući i dobri stari način otvorenog dijaloga sa nadležnim rukovodiocima ako se proceni da su oni iskreni i kompetentni i što je još važnije, kada su rezultati u pitanju sa neposrednim korisnicima usluga.

Kada su jednom izabrani primereni indikatori, trebalo bi definisati i nivoe njihovog postizanja (ciljeve).

Opšti princip postavljanja nivoa performansi je da postavljeni cilj mora da bude izazovan ali ostvariv. Previše ambiciozni, ili suviše trivijalni ciljevi dovešće do pada ostvarenih performansi.

Metoda poređenja sa drugima (Benchmarking) često se koristi kao polazna tačka za definisanje nivoa performansi.

2.2. Metodologija merenja ključnih indikatora performansi

Lord Kelvin je svojevremeno bio u pravu kada je rekao da se ne može valjano upravljati onim što ne može da se meri. U praksi se ovo pravilo olako prevodi kao *Samo ono što može da se meri daje garancije da time može i da se upravlja*, što lord Kelvin nije mislio. Postoje tri uslova da bi samo ono što može da se meri dalo garancije da time može i da se upravlja:

- moraju se meriti prave stvari,
- stvari se moraju meriti na pravi način,
- moraju se snositi odgovarajuće posledice ako se proces merenja pokaže kao neuspešan.

Nijedan od ovih uslova nije lako ispuniti.

Krajnji cilj merenja performansi je da se utiče na promenu ponašanja, što dugoročno može da bude korisno ili štetno u zavisnosti od modaliteta i pravičnosti sistema za izvođenje procene. Dakle, nikada nije dovoljno proceniti kratkoročne posledice promena u organizaciji ili podsticaja.

Objektivne indikatore performansi bi trebalo definisati za:

- Ulaze - merenje sredstava koja se koriste za proizvodnju usluge,
- Izlaze - merenje same usluge,
- Rezultate - merenje ciljeva koji su postignuti pružanjem usluga,
- Procene - merenje načina na koji se vrši stvaranje dodate vrednosti pri transformaciji ulaza u izlaze.

Potreba za merenjem rezultata se ogleda u sledećem:

- Ako se ne mere rezultati, ne može se razlikovati uspeh od neuspeha.
- Ako ne možete prepoznati uspeh, ne možete ga nagraditi.
- Ako ne možete nagraditi uspeh, verovatno ćete nagrađivati neuspeh.
- Ako ne možete prepoznati uspeh, ne možete učiti na osnovu njega.
- Ako ne možete prepoznati neuspeh, ne možete ga ispraviti.
- Ako možete demonstrirati dobre rezultate, možete dobiti podršku zainteresovanih strana (povećanje poverenja i reputacije).

Ulazi su sredstva koja se koriste za proizvodnju usluga. Vrednost ulaza meri se na osnovu njihovog troška.

Izlaz (kratkoročni rezultat) je sama usluga. Vrednost izlaza meri se na osnovu aproksimirane tržišne cene za iste usluge, ili za najbliži ekvivalent usluga (ili, u njegovoj odsutnosti, po jedinici ukupnih troškova).

Ishod (srednjeročni rezultat) je svrha koja se ostvaruje pružanjem usluga. Vrednost ishoda je subjektivna i proizvoljna, a osnova merenja performansi je efektivnost tj. maksimiranje rezultata u odnosu na broj izlaza (outputa).

Uticaj (dugoročni rezultat) se često koristi kao sinonim za ishod, ali ga je mnogo bolje definisati kao realno stvorenu dodatnu vrednost iz sprovedenih aktivnosti, tj. bruto rezultat minus doprinos od drugih subjekata ili aktivnosti. Obzirom na procenu dodate vrednosti uticaj je krajnje teško objektivno izmeriti.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je pokazano da objektivno merenje performansi počiva na ulazima i / ili na jednom ili više izlaza (kratkoročnih, srednjeročnih i dugoročnih rezultata).

Dobri indikatori performansi trebalo bi da zadovolje CREAM kriterijume: oni bi trebalo da budu jasni, relevantni, ekonomski prihvatljivi, adekvatni i kontrolisani. Ako bilo koji od ovih uslova nije zadovoljen, indikator ne bi trebalo da se koristi.

Dobro koncipirani procesi za merenje i vrednovanje deluju kao osnova za korektivne mere i mere za poboljšavanje. Na osnovu njih se sprovodi preispitivanje, provera i poboljšavanje sistema menadžmenta i vrednovanje izlaza (rezultata) procesa u poređenju sa ciljevima.

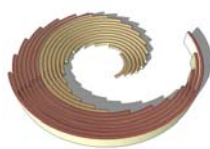
Literatura

1. Standard ISO 9004:2009 - *Managing for the sustained success of an organization* - A quality management approach
2. M. Kukrika, (2000), *Formula za siguran uspeh*, Tesla Comerc, Subotica
3. M. Kukrika et al., (2003), *Kako biti konkurentan na globalnom tržištu-Menadžment intelektualnim kapitalom*, Fine GRAF, Beograd
4. M. Kukrika, (2009), *Upravljanje nivoom usluge*, Kvalitet, vol. 19, iss. 9-10, pp. 69-70
5. M. Kukrika,, (2009), *Održivost poslovanja iz perspektive informatičara*, Kvalitet, vol. 19, iss. 1-2, pp. 72-73

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

REZULTATI GEOMEHANIČKIH ISPITIVANJA ZEOLITISANOG TUFA I PRATEĆIH STENA LEŽIŠTA IGROŠ KOD BRUSA

THE RESULTS OF GEOMECHANICAL EXAMINATION OF ZEOLITHIC TUFF AND ADJACENT ROCKS OF IGROS DEPOSITE NEAR BRUS

Majstorović J.¹, Mojić S.², Volkov Husović T.³

Apstrakt

Prirodni zeoliti, zbog svoje otvorene - porozne mikrostrukture imaju izuzetno korisna svojstva: adsorpciona, katalitička, mogućnost izmene jona, molekularnih sita i dr. Zeoliti se primenjuju u poljoprivredi, industriji i zaštiti životne sredine. Zeolitski tuf u ležištu Igroš kod Brusa sadrži oko 90% zeolita, a preliminarna tehnološka ispitivanja dala su izvanredne rezultate dobijenog proizvoda za adsorpciju. Za potrebe izrade Elaborata o rezervama geološka ispitivanja su vršena u više navrata. Istraživanja obavljena tokom 1999. i 2008. godine obuhvatila su i laboratorijska geomehanička ispitivanja zeolitisanog tufa i pratećih stena. U radu su prikazani rezultati ovih geomehaničkih ispitivanja.

Ključne reči: Zeolitisani tuf, geomehanički parametri, adsorpciona svojstva

¹ mr Jelena Majstorović, dipl.inž.geol., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

² Simo Mojić, dipl. inž. geol., Geološki institut Srbije, Rovinjska 12, Beograd

³ Prof. dr Tatjana Volkov Husović, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Abstract

Natural zeoliths, because of their open and porous microstructure have exceptionally useful properties: adsorption, catalytic, ability of exchanging ions, molecular sieves etc. Zeoliths are being used in agriculture, industry and environmental protection. Zeolithic tuff in Igros deposit near Brus contains about 90% of zeolith, and preliminary technological examination gave extraordinary results for the adsorption product. For the study of reserves, geological examination were conducted more times. Those that have been done during 1999 and 2008 included laboratory geomechanical examination of zeolithic tuff and adjacent rocks. The study contains the results of these geomechanical examinations.

Key words: *Zeolithic tuff, geomechanical parameters, adsorption properties*

1. UVOD

Kristalna rešetka prirodnih zeolita izgrađena je od silicijskih tetraedara, koji su povezani u lance i prstenove, pri čemu je deo atoma silicijuma zamenjen aluminijumom. Ovakva građa je uzrok formiranja sistema međusobno povezanih mikrošupljina u kojima su smešteni molekuli vode i izmenjujući katjoni. Otvorena - porozna mikrostruktura zeolita uzrok je njihovih korisnih svojstava: adsorpcije, mogućnosti izmene jona, molekularnih sita, katalitičkih i dr.

Ležišta i pojave zeolita u Srbiji su vulkanogeno-sedimentnog tipa, kasno - dijagenetskog podtipa. Istraživanja zeolitskih tufova započeli su 1976. godine stručnjaci Geozavoda - Instituta za nemetale iz Beograda (LJ. Nejić i Lj. Radoš). U periodu od 1990 - 1995. godine istraživanja zeolitskih tufova u neogenim basenima Republike Srbije vršena su u cilju izrade karte neogenih basena. Na teritoriji Srbije izdvojeno je nekoliko visokopespektivnih površina među kojima je i područje sela Igroš kod Brusa.

Zeolitski tuf u ležištu Igroš kod Brusa nalazi se interstratifikovan u miocenskoj seriji koju čine: breče sa glinovito-peskovitim vezivom, mrki i žuti peščari, konglomerati, crvene i zelene gline, crveni glinci, zeolitski tuf sa učešćem zeolita od oko 90% i tuf sa zeolitom.

Povlatu zeolitskom tufu čine breče sa glikovito-peskovitim vezivom i mrki i žuti peščari. Podinu zeolitskom tufu čine crvene i zelene gline i crveni glinci.

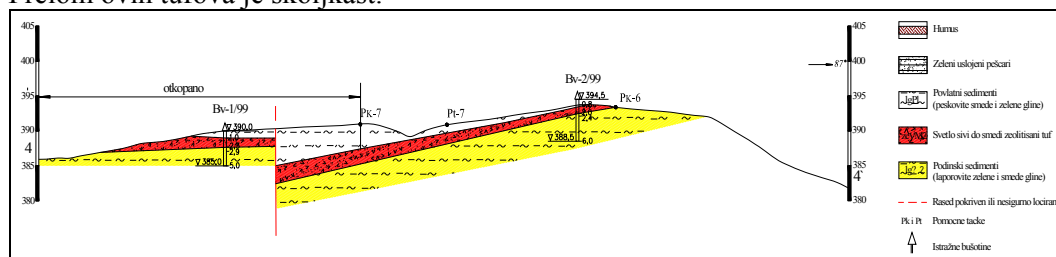
Geološka istraživanja na delu terena koji obuhata i lokalitet Igroš vršena su 1995., 1999. i 2008. godine. Ležište je ispitivano sledećim metodama: geološkom prospekcijom (prospekcija otvorenih profila i prirodnih izdanaka), izrada i reambulacija karata krupnih razmera i geološko kartiranje. Istražni radovi su se sastojali od istražnih bušenja i izrade istražnih radova. Tokom izrade istražnih radova izdvajani su reprezentivi za laboratorijska geomehanička ispitivanja.

2. GRAĐA LEŽIŠTA

Ispitivanjem eksploatacionog polja Igroš - Vidojevići izdvojena su dva rudna tela: rudno telo I i rudno telo II.

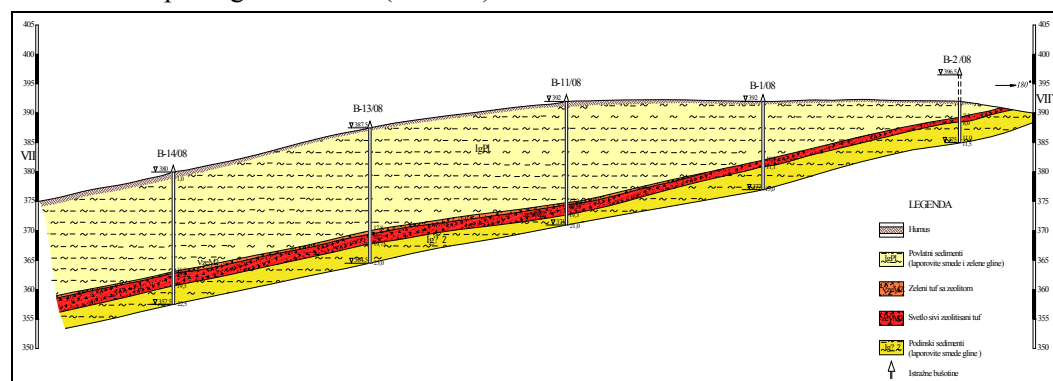
Rudno telo I na kome se vrši eksploatacija zauzima površinu od oko 4,000 m² i ograničeno je sa zapadne strane Barskim potokom, a sa istočne strane bezimenim potokom. Istražnim radovima i izradom eksploatacionih etaža utvrđeno je prostiranje zeolitskog tufa prosečne debljine 1.77 m sa generalnim pružanjem I-Z i srednjim statističkim padom prema severu pod uglom oko 4°.

Zeolitski tuf je interstatifikovan u miocensko-pliocenskoj seriji laporovitih glina koje čine podinu i smeđih glina i peščarakoji čine povlatu (Slika 1.). Sloj zeolitskog tufa je svetlo-sive do bele boje. Zeolitski tuf je izdelfen velikim brojem pukotina raznih pravaca pružanja i veličine duž kojih se lako cepa u komade, paralelopipednog oblika. Prelom ovih tufova je školjkast.



Slika 1. Poprečni geološki profil

Rudno telo II nalazi se na površini od oko 17,000 m². Ovaj prostor je sa zapadne strane ograničen bezimenim potokom koji ima povremeni tok i uliva se u Barski potok. Istražnim bušenjem utvrđeno je prostiranje zeolitskog tufa prosečne debljine 1.82 m. Pored ovog tufa utvrđen je sloj tufa sa zeolitom, prosečne debljine 0.44 m. Sloj zeolitskog tufa pruža se pravcem S-J, na dužini od 260 m, srednjeg statističkog pada prema severoistoku pod uglom od 10° (Slika 2.)



Slika 2. Uzdužni geološki profil

3. PRIKAZ REZULTATA LABORATORIJSKIH GEOMEHANIČKIH ISPITIVANJA ZEOLITSKOG TUFA I PRATEĆIH STENA

I faza ispitivanja

Tokom izvođenja istražnih radova 1999. godine (istražni raskopi i istražne etaže) izdvojeni su reprezentativni čvrstih stena: peščara, tufa sa zeolijom i zeolitskog tufa u formi blokova (Tabela 1.).

Tabela 1.

Oznaka reprezentata	Vrsta stene
Gm-1	peščar
Gm-2	tuf sa zeolitom
Gm-3	zeolitki tuf

Kako je na geološkim profilima od Profila I-I' do Profila VI-VI' uočeno da povlatu i podinu, koja je pod nagibom čine gline, odlučeno je da se ispitivanja prošire i na ove vrste stena, pa su izdvojena tri uzorka povlatne smeđe gline i tri uzorka podinske gline (Tabela 2.).

Tabela 2.

Reprezentativni izdvojeni iz povlatnih gline	
Oznaka reprezentata	Vrsta stene
Istražna etaža II/97 Gm-9/200	povlatna glina
Istražna etaža II/97 Gm-10/200	povlatna glina
Istražna etaža II/97 Gm-11/200	povlatna glina
Reprezentativni izdvojeni iz podinskih gline	
Oznaka reprezentata	Vrsta stene
Istražna etaža II/97 Gm-12/200	podinska glina
Istražna etaža II/97 Gm-13/200	podinska glina
Istražna etaža II/97 Gm-14/200	podinska glina

U Tabelama 3., 4. i 5., prikazani su rezultati geomehaničkih ispitivanja I faze. Analizom navedenih tabela, uočava se da su najnepovoljniji parametri čvrstoće na smicanje utvrđeni na povlatnim glinama (Tabela 4.).

Prema određenim Atterbergovim granicama konsistencije ove gline pripadaju neorganskim glinama visoke plastičnosti - CH, a na osnovu indeksa plastičnosti $I_p > 20\%$, spadaju u tla sa visokom plastičnošću. Utvrđena prirodna vlažnost - w (%) na sva tri reprezentata veća je od granice plastičnosti - w_p (%), pa je u toku eksploatacije moguće očekivati pojavu nestabilnosti radnih i završnih etaža na kontaktima sa ovim visokoplastičnim povlatnim glinama.

Tabela 3.

PARAMETRI utvrđeni na reprezentima čvrstih stena	Oznaka reprezenta		
	Gm-1	Gm-2	Gm-3
Zapreminska težina - γ (KN/m ³)	15.46	14.86	13.74
Specifična težina - γ_s (KN/m ³)	23.61	23.30	23.08
Poroznost - n (%)	34.56	36.22	40.47
Koeficijent poroznosti - e (-)	0.528	0.568	0.680
Jednoosna čvrstoća na pritisak - σ_p (daN/cm ²)	120.67	159.22	207.16
Čvrstoća na zatezanje - σ_z (daN/cm ²)	10.31	17.75	23.66
Kohezija - c (daN/cm ²)	18.94	23.04	33.60
Ugao unutrašnjeg trenja - ϕ (°)	34° 52'	34° 16'	31° 23'
Brzina longitudinalnih el. talasa - V_p (m/s)	1684	1993	2077
Brzina transverzalnih el. talasa - V_s (m/s)	1124	1061	956
Dinamički modul elastičnosti - E_{dyn} (GN/m ²)	4.23	4.35	3.45
Dinamički Poisson koeficijent - μ_{dyn} (-)	0.09	0.30	0.36

Tabela 4.

PARAMETRI utvrđeni na reprezentima povlatnog glina	Oznaka reprezenta		
	Gm-9/2000	Gm-10/2000	Gm-11/2000
Prirodna vlažnost - w (%)	27.37	26.16	25.79
Zapreminska težina - γ (KN/m ³)	19.02	18.98	19.11
Ugao unutrašnjeg trenja - ϕ (°)	7° 7'	8° 41'	8° 17'
Kohezija - c (daN/cm ²)	21.80	13.63	15.67
Atterberg-gove granice konsistencije:			
- granica tečenja - w_l (%)	71.34	70.72	65.60
- granica plastičnosti - w_p (%)	21.37	23.30	21.37
- indeks plastičnosti - I_p (%)	49.97	47.42	44.23
- indeks konsistencije - I_c	0.88	0.94	0.90

Tabela 5.

PARAMETRI utvrđeni na reprezentima podinskih glina	Oznaka reprezenta		
	Gm-12/2000	Gm-13/2000	Gm-15/2000
Prirodna vlažnost - w (%)	14.66	13.31	14.08
Zapreminska težina - γ (KN/m ³)	21.10	21.13	21.12
Ugao unutrašnjeg trenja - ϕ (°)	34°	35°	34°
Kohezija - c (daN/cm ²)	290	300	351

II faza ispitivanja

Istraživanja obavljena 2008. godine predstavljaju II fazu, u kojoj su iz istražnih bušotina izdvojeni reprezentanti za geomehanička ispitivanja. Iz dve istražne bušotine izdvojeni su reprezentanti označeni kao:

- B-12/08 (0.00-32.30 m), reprezent peskovito-laporovite gline i
- B-14/08 (0.00-17.0 m), reprezent laporovite gline.

Po dopremanju reprezenta, koji je izdvojeni u formi jezgara prečnika oko 70 mm, u laboratoriji su sečenjem jezgara na dijamantskoj frezi pripremljena probna tela. Ukupno je iz svakog reprezenta pripremljeno 18 probnih tela. U Tabeli 7. prikazane su srednje vrednosti ispitivanih geomehaničkih parametara. Ovi reprezentanti su ispitivani metodama koje se primenjuju za čvrste stene, jer su imali visok stepen konsistencije. Utvrđeni parametri čvrstoće na smicanje pokazuju vrednosti koje su veoma povoljne za formiranje kosina (Tabela 6.).

Tabela 6.

PARAMETRI ČVRSTOĆE I DINAMIČKA SVOJSTA	Oznaka reprezenta	
	B-12/08 0.00-32.30m	B-14/08 0.00-17.10
Zapreminska težina - γ (KN/m ³)	19.662	20.604
Jednoosna čvrstoća na pritisak - σ_p (daN/cm ²)	83.35	102.29
Čvrstoća na zatezanje - σ_z (daN/cm ²)	3.69	2.88
Kohezija - c (daN/cm ²)	4.26	6.77
Ugao unutrašnjeg trenja - ϕ (°)	35° 08'	32° 15'
Brzina longitudinalnih el. Talasa - V_p (m/s)	1391	1442
Brzina transverzalnih el. Talasa - V_s (m/s)	680	704
Dinamički modul elastičnosti - E_{dyn} (GN/m ²)	2.467	2.791
Dinamički Poisson koeficijent - μ_{dyn} (-)	0.342	0.343

Tabela 7.

IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONI OPITI	Oznaka reprezenta	
	B-12/08 0.00-32.30m	B-14/08 0.00-17.10
Prirodna vlažnost - w (%)	4.16	6.54
Zapreminska težina - γ (KN/m ³)	19.66	20.60
Suva zapreminska težina - γ_d (KN/m ³)	18.87	19.34
Specifična zapreminska težina - γ_s (KN/m ³)	25.85	26.05
Poroznost - n (%)	27.00	25.76
Koeficijent poroznosti - e (-)	0.370	0.347
Ganulometrijski satav:		
šljunak (60.0-2.00 mm)	0	0
pesak (2.00-0.06 mm)	31	25
prašina (0.06-0.002 mm)	60	60
glina (<0.002 mm)	9	15
Koeficijent neravnomernosti - Cu	37.5	33.0
Atterberg-gove granice konsistencije:		
- granica tečenja - w_l (%)	40.20	48.05
- granica plastičnosti - w_p (%)	22.73	19.10
- indeks plastičnosti - I_p (%)	17.47	28.95
- indeks konsistencije - I_c	2.063	1.434

Na izdvojenim reprezentima utvrđene su i Atterbergove granice konsistencije, granulometrijski sastav, poroznost i koeficijent poroznosti (Tabela 7.). Na osnovu ovih parametara izvršena je dalja klasifikacija, pa su ovi reprezenti na osnovu rezultata definisani kao: tla neravnomernog sastava ($C_u > 15$), vrlo malo porozna ($e < 0.40$), u čvrstom stanju ($I_c > 1$). Prema Kasagrandeovom dijagramu plastičnosti pripadaju neogranskim glinama srednje lastičnosti - CI, a na osnovu granulometrijskog sastava prema trouglom dijagramu Američkog biroa za tlo prašinastim ilovačama.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

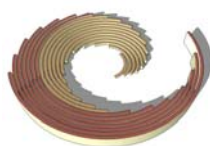
Zeoliti imaju veoma široku primenu u industriji, poljoprivredi i za zaštitu životne sredine zbog svojih pre svega adsorpcionih svojstava. Na teritoriji Srbije izdvojeno je nekoliko visokoperspektivnih površina. Zeolitizirani tuf ležišta Igroš kod Brusa nalazi se interstratifikovano u miocenskoj seriji koju čine: breče sa glinovito-peskovitim vezivom, mrki i žuti peščari, konglomerati, crvene i zelene gline i crveni glinci.

Geomehaničkim ispitivanjima u I i II fazi utvrđeno je da su peščari, tuf sa zeolitom i zeolitski tuf povoljnih fizičko-mehaničkih karakteristika, kao i podinske gline, peskovito-laporovite i laporovite gline. Međutim na povlatnim glinama ispitivanim u I fazi utvrđeni su veoma nepovoljni parametri čvrstoće na smicanje. Ove povlatne gline su izdvojene na istražnim etažama na osnovu zapažanja i na zahtev istraživača na terenu. II faza ispitivanja obuhvatila je reprezentе izdvojene iz istraţnih bušotina. Zbog svoje male moćnosti moguće je da reprezenti povlatnih glina nisu mogli biti izdvojeni, pa je potrebno kao i u I fazi ispitivanja prilikom otvaranja istraţnih etaţa izdvojiti njihove reprezentе. Ovo je posebno opravdano obzirom da je statistički nagib rudnog tela II oko 10° .

Često, kao i u ovom slučaju radnu sredinu i korisnu sirovinu povoljnih geomehaničkih karakteristika, prate pojave proslojaka malih dimenzija, veoma nepovoljnih svojstava. Njihovim konstatovanjem, definisanjem u prostoru i utvrđivanjem njihovih geomehaničkih karakteristika obezbeđuje se uspešna eksploatacija rudnog tela, koja podrazumeva maksimalno iskorišćenje uz potpunu sigurnost ljudstva i opreme.

Literatura

1. Mojić S., Kokot J., (2009.), *Geološke karakteristike ležišta zeolitskog tufa Igroš kod Brusa, rudno polje Igroš - Vidojevići, mogućnost upotrebe zeolita*, VIII međunarodna konferencija NEMETALI 2009, Banja Vrujci
2. Cvetković M., Popović R., Majstorović J., (1998), *Geomehanička istraživanja u fazi eksploatacije i njihov značaj*, Prvo međunarodno savetovanje o površinskoj eksploataciji uglja UGALJ '98, Beograd



**UTICAJ PROMENA U TEHNOLOŠKOJ MATRICI NA
PROIZVODNJU POJEDINIH SEKTORA U PRIVREDNIM
DRUŠTVIMA KOLUBARE I TENT**

**CHANGING INFLUENCE INTO TECHNOLOGICAL MATRIX
ON SOME PRODUCTION SECTORS IN KOLUBARA
AND TENT EKONOMIC ASSOCIATION UNITS**

Maksimović S.¹, Miljanović I.²

Apstrakt

U industriji uglja Srbije prvi put je bila konstruisana matrica tehničkih koeficijenata, kao osnovne podloge input-output tabele, u složenoj organizaciji udruženog rada REIK - Kolubara, još davne 1977. godine. Nakon toga nije bilo pokušaja primene input-output analize u industriji uglja Srbije. Slična situacija je i u industrijama uglja velikih svetskih proizvođača.

Ovim radom autori žele da prošire primenu input-output analize na primeru zajedničkog složenog proizvodnog sistema privrednih društava Kolubare i TENT u cilju stvaranja mogućnosti za realnije sagledavanje međusobnih, veoma složenih proizvodnih zavisnosti i uticaja unutar privrednog društva. Matrica tehničkih koeficijenata izvedena je za 2007. godine, mada u principu se mogu analizirati proizvodne međuzavisnosti za bilo koju prethodnu godinu ili uraditi prognoze za nastupajuće godine.

Ključne reči: Rudarstvo, međusektorski bilans, input-output tabela, privredno društvo, sektori, tehnički koeficijenti

¹ mr Svetomir Maksimović, JP Elektroprivreda Srbije, Vojvode Stepe 412, Beograd, Srbija

² Dr Igor Miljanović, Univerzitet u Srbiji, Rudarsko-geološki fakultet, Dušina 7, Beograd

Abstract

The authors have produced preliminary technical matrixs of coefficients like forward performed input-output analysis basis in Kolubara and TENT commercial units. In Serbia's coal production was for the first time performed the technical matrix of coefficients in complex associated labour work of organization, REIK - Kolubara, in olden 1977. In 2007 was performed attempt a formation of new technical matrix of coefficients made for Kolubara and TENT Economic Association units.

In this work we have dealt with technical matrix of coefficients made for mentioned commercial units in order to perform input-output model for intesity distribution analysis of production links between business units sectors. After technical coefficient have been performed, the realization matrix of coefficients, inversioned technical matrix of coefficients of realization were determind with certain annotations and conclusions.

Key words: Mining, intersector balance sheet, input-output chart, Economic Association, sectors, tachnical coefficients

1. UVOD

Input-output tabele (I-O) prvi put su objavljene od strane nobelovca Vasilija Leontieva 1936. godine i smatraju se jednim od najvećih dostignuća u ekonomiji XX veka. Leontiev opisuje I-O analizu kao praktični nastavak klasične teorije generalne međuzavisnosti koja vodi celu ekonomiju jednog regiona, zemlje ili čak celog sveta kao jedinstven sistem i interpertira sve njegove funkcije u vidu specifičnih merljivih osobina njegove strukture.

Od svog početka I-O analiza naišla je na široko prihvatanje i postala osnovna grana kvantitativne ekonomije. Umesto komplikovanih algebarskih formula ona omogućava da se jedan ekonomski sistem analizira korišćenjem realnih brojeva.

Prva publikacija velikih I-O tabela bila je 1947. godine, kada je Američki biro za statistiku primenio I-O analizu u cilju sprečavanja velike nezaposlenosti na kraju Drugog svetskog rata.

Istraživanje sprovedeno na Katedri za rudarstvo Witwatersrand Univerziteta, pokazuje da I-O analiza može biti moćno sredstvo upravljanja posebno velikim kompleksnim rudnicima sa značajnim benefitom. U Republici Srbiji ovim problemom bavi se Katedra za primenu računara i sistemsko inženjerstvo pod rukovodstvom prof. dr Slobodana Vujića, na Rudarsko-geološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu.

Područje primene I-O analize u javnim preduzećima i privrednim društvima nedovoljno je istraženo. Prvi rezultati dobijeni primenom ovog modela u rudarstvu ukazuju na mogućnosti realnijeg sagledavanja međusobnih veoma složenih proizvodnih zavisnosti i uticaja.

U radu smo analizirali osetljivost pojedinih proizvodnih sektora u složenom proizvodnom sistemu Kolubare i TENT na promene trehničkih koeficijenata.

2. UVOD U INPUT-OUTPUT ANALIZU

Kod primene modela i I-O analize u privrednim društvima (PD) polazi se od sledećih pretpostavki:

- Da proizvodni sektori (PS) privrednog društva predstavljaju zaokruženu tehnološku celinu u kojima se proces proizvodnje odvija na jedan određeni način;
- Da veličina svih vidova utroška za proizvodnju bilo kojeg proizvodnog sektora je u linearnoj zavisnosti od nivoa proizvodnje odgovarajućeg (PD).

Kod izrade I-O tabele privrednog društva pošlo se od toga da se (PD) sastoji od više sektora (x_1, x_2, \dots, x_n) koji svaki za sebe predstavlja određenu homogenu celinu u pogledu tehnologije rada i privredne delatnosti.

Tabela 1. Raspodela ekonomije na n proizvodnih sektora

Output → Input ↓	Reprodukciona potrošnja			Σ	Finalna potrošnja Y	Ukupna potrošnja X
	Proiz. sektor I	Proiz. sektor j	Proiz. sektor n			
Proiz. sektor I	x_{II}	x_{Ij}	x_{In}	$\sum x_{Ij}$	Y_I	X_I
Proiz. sektor i	x_{iI}	x_{ij}	x_{in}	$\sum x_{ij}$	Y_i	X_i
Proiz. sektor n	x_{nI}	x_{nj}	x_{nn}	$\sum x_{nj}$	Y_n	X_n
Ukupno	$\sum x_{iI}$	$\sum x_{ij}$	$\sum x_{in}$	$\sum \sum x_{ij}$	$\sum Y_i$	$\sum X_i$
Eksterni trošk.	F_I	F_j	F_n	$\sum F_i$		
Ukupna proiz.	X_I	X_j	X_n	$\sum X_i$		

Svaki (PS) sa leve strane kolone (Tabela 1.) obezbeđuje input za svaki sektor u redu uključujući i samog sebe.

Na ovaj način matrica koja se naziva transakciona tabela pokazuje protok dobara i usluga ili transakciju između inputa-outputa svakog sektora u (PD). Matrica je kvadratna i ima isti broj kolona i redova.

Svi sektori su prikazani u koloni sa leve strane tabele i u redu na vrhu iste tabele.

Zajednički složeni proizvodni sistem (SPS) Kolubare i TENT ima šest (PS) odnosno 36 različitih transakcija zabeleženih između postojećih sektora. Transakciona tabela je srce I-O analize.

3. IZRAČUNAVANJE INPUT-OUTPUT TABELA

Međuzavisnost između (PS) u (SPS) Kolubare i TENT proizilazi iz činjenice da svaki (PS) koristi proizvode drugih sektora kao sirovinski materijal za dalju proizvodnju, a njeni proizvodi su korišćeni od strane drugih sektora. Svaki red I-O tabele detaljno pokazuje prihvatanje jednog sektora od strane drugih sektora. Ova tabela je poznata kao tabela transakcija.

Kada se krećemo kroz tabelu idemo od (PS) za proizvodnju uglja (Kopovi), (PS) prerade uglja (K. Prerada), pa preko (PS) za proizvodnju električne energije i eksterne realizacije do zadnje kolone, ukupna potrošnja ili raspodeljena proizvodnja.

Teoretski ukupni input mora biti jednak ukupnom outputu, ali se to u praksi retko ostvaruje usled nepreciznosti u prikupljanju podataka.

Vrednosti transakcija za navedene (PS) prikazane su u kvadratnoj matrici od šest redova i kolona i označene su sa malim a_{ij} gde su i i j u opsegu 1 do 6.

Ukupna količina raspodeljene proizvodnje, odnosno bilansna jednačina proizvodnje za (PS) x_i data je sledećim sistemom jednačina:

$$X_j = \sum_{i=1}^6 x_{ij} + Y_i, \quad i=1,2,\dots,6,$$

gde su:

$\sum_{j=1}^6 x_{ij}, (i \neq j, i,j = 1,2,\dots,6)$ - količina proizvodnje (PS) x_i koja se troši u ostalim (PS);

$\sum_{j=1}^6 x_{ij}, (i=j, i,j = 1,2,\dots,6)$ - količina proizvodnje (PS) koja se troši u istom (PS);

$Y_i, (i=1,2,\dots,6)$ - preostale količine raspodeljene proizvodnje (PS) x_i koje su namenjene eksternoj realizaciji.

Jednačina troškova za isti (PS) data je sledećim sistemom jednačina:

$$X_j = \sum_{i=1}^6 x_{ij} + F_j, \quad (j=1,2,\dots,6)$$

gde su:

$\sum_{i=1}^6 x_{ij}, (i,j = 1,2,\dots,6)$ - proizvodni (materijalni) troškovi nastali u internoj realizaciji,

$F_j, (j=1,2,\dots,6)$ - eksterni troškovi (svi troškovi i elementi proizvodnje, izuzev troškova nastalih u internoj realizaciji, koji su potrebni za obavljanje procesa proizvodnje, kao i sastavni elementi ukupne proizvodnje).

U eksterne troškove spadaju: troškovi materijala i usluga, električna energija, ostali troškovi, amortizacija, dohodak (ugovorne obaveze, zakonske obaveze, bruto zarade).

Prvi korak daljeg izračunavanja daje mogućnost da se dinarska vrednost prevede u tehničke koeficijente, kako bi se došlo do ukupno raspodeljene proizvodnje za svaki sektor.

U Tabeli 2. prikazana je transakcija proizvodnih sektora (SPS) Kolubare i TENT za 2007. godinu, koja čini osnovu za dalje izračunavanje.

Za prvi (PS) Kopovi, obzirom na izvršena teorijska razmatranja i podatke postavljene input-output tabele, jednačina namenske raspodele proizvodnje dotičnog sektora će biti:

$$424,244,000 + 11,156,342,000 + 9,987,166,000 + 2,247,187,000 + 385,815,000 = \\ = 24,200,754,000 \text{ (din),}$$

a jednačina vrednosne strukture njegove proizvodnje:

$$2,453,363,000 + \text{Eksterni troškovi} = \text{Ukupna raspoloživa proizvodnja} \\ 2,453,363,000 + 22,687,763,000 = 25,141,126,000 \text{ (din).}$$

Tabela 2. Input-output tabela proizvodnih sektora Kolubare i TENT (*000 din)

	Kopovi	Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM	Ukupno	Eksterna realizacija	Ukupno rasprod. proizvod.
Kopovi	0	424244	11156342	9987166	2247187	385815	24200754	940272	25141126
Prerada	1441709	4256	0	0	118471	0	1564436	1961802	3526238
TENT-A	170108	0	182537	0	0	0	352645	18423508	18776153
TENT-B	166183	0	0	41746	0	0	207929	13547731	13755660
TEK	675363	9826	0	0	48215	0	733404	3828068	4561472
TEM	0	0	0	0	0	2205	2205	817795	820000
Ukupno	2453363	438326	11338879	10028912	2413873	388020	27061373	39519176	66580649
Ekster. Realiz.	22687763	3087912	7437274	3726748	2147599	431980	39519176		
Ukupno Raspo. Proizv.	25141126	3526238	18776153	13755660	4561472	820000	66580649		

Analogno se mogu opredeliti jednačine alokacije outputa i strukture inputa ostalih (PS). Za (SPS) Kolubare i TENT kao celine, shodno ustanovljenim i razmatranim relacijama i podacima utvrđene input-output tabele, jednačina namenske raspodele proizvodnje imaće oblik:

$$66,580,649,000 \text{ (din)} = 2,453,363,000 + 438,326,000 + 11,338,879,000 + \\ 10,028,912,000 + 2,413,873,000 + 388,020,000 + 39,519,176 \\ 18,972,142,000 \text{ (din)} = 236,745,000 + 2,340,000,000 + 5,559,853,000 \\ + 10,835,544,000$$

a jednačina vrednosne strukture proizvodnje (SPS) će biti:

$$66,580,649,000 \text{ (din)} = 24,200,754,000 + 1,564,436,000 + 352,645,000 + \\ 207,929,000 + 733,404,000 + 2,205,000 + 39,519,176,000$$

Na osnovu ovih dvaju jednakosti neposredno se dalje može odrediti i rezultirajuća jednačina opšte ravnoteže (SPS):

$$27,061,373,000 + 39,519,176,000 = 39,519,176,000 + 27,061,373,000$$

kojom je neposredno pokazano da je ukupna finalna potrošnja eksterne realizacije razmatranog (SPS) Kolubare i TENT opredeljena veličinom i strukturom materijalnih troškova intermedijarnih proizvoda poreklom iz okruženja sistema, amortizacijom i zaradom ostvarenom u PD u 2007. godini.

Svaki (PS) u okviru (SPS) zahteva input produkta ili usluga na koji se onda dodaje određena vrednost kako bi generalisao sopstveni output. Dodavanje vrednosti na input bilo koje prirode je suština svakog poslovanja. Ako se to ne obezbedi, (PS) samo troši input i postraje gubitaš. PD Kolubare i TENT u 2007. godini poslovala su negativno bez obzira na pozitivne prirodne pokazatelje. Da bi se mogla sprovesti međusektorska analiza, bilo je neophodno da se preuzmu podaci samo oni koji se odnose na poslovni prihod i poslovni rashod.

Takođe je poslovni rashod umanjnjen za dupliranu vrednost amortizacije za koliko je ukupni poslovni rashod veći od poslovnog prihoda. Amortizacija je umanjena za sve (PS).

4. MATRICA TEHNIČKIH KOEFICIJENATA, KOEFICIJENATA REALIZACIJE I KOEFICIJENATA EKSTERNIH TROŠKOVA

Matrica tehničkih koeficijenata sa primerom ($A = [a_{ij}]$)

Matrica tehničkih koeficijenata izvodi se iz transakcione (apsorpcione) matrice i pokazuje koeficijente inputa ili direktne potrebe svakog (PS) u odnosu na output (PS). Tehnički koeficijenti su odnos svake osnovne vrednosti iz transakcione matrice i sume outputa svakog (PS). Oni pokazuju neophodni input za dati (PS) potreban da bi se proizvela jedna jedinica finalne potrošnje od tog (PS) i može se prikazati sledećom jednačinom:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}/X_j + D_j/X_j = 1$$

gde je:

X_j - celokupna ostvarena proizvodnja j -tog (PS) u (SPS);

D_j - komponenta društvenog proizvoda.

Tehnički koeficijent se može prikazati jednostavnom linearnom homogenom funkcijom oblika:

$$a_{ij} = x_{ij}/X_j \quad \text{ili} \\ x_{ij} = a_{ij} X_j.$$

Pošto su tehnički koeficijenti bezdimenzioni dozvoljavaju poređenje između raznih ekonomija sektora i što je još važnije omogućavaju izvođenje inverznih koeficijenata.

Tehnički koeficijenti svih sektora formiraju matricu tehničkih koeficijenata $A = [a_{ij}]$ ($n \times n$) u kojoj su proizvođači prikazani po redovima, a prerađivači po kolonama matrice.

Matrice tehničkih koeficijenata za ekonomski sistem sektora mogu se tumačiti samo po kolonama.

Koeficijenti direktnih materijalnih troškova mogu se dobiti na dva načina:

1. Statistički na osnovu analiza bilansnih izveštaja za prošle godine (primenjeno je i u ovom radu);
2. Normativno, uz pretpostavku da se sektori sastoje iz delova proizvodnje kod kojih su već razrađeni normativi troškova.

Ako su poznati koeficijenti direktnih materijalnih troškova, to je za datu finalnu potrošnju za svaki sektor moguće odrediti neophodnu bruto produkciju sektora. U tome se sastoji osnovna ideja korišćenja matričnih modela za planiranje proizvodnje.

Naglašavamo neka svojstva koeficijenta direktnih troškova:

- Da je $a_{ij} \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, n$
- Zbir elemenata matrice A u bilo kojoj koloni je manji od jedinice $\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1$, $j = 1, 2, \dots, n$.

U Tabeli 3. prikazani su tehnički koeficijenti izvedeni iz uprošćene transakcione tabele (PS) Kolubare i TENT za 2007. godinu.

Tabela 3. Tehnički koeficijenti a_{ij} (PS) Kolubare i TENT za 2007. godinu

	Kopovi	Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM
Kopovi	0.00000	0.12031	0.59418	0.72604	0.49265	0.47051
Prerada	0.05734	0.00121	0.00000	0.00000	0.02597	0.00000
TENT-A	0.00679	0.00000	0.00972	0.00000	0.00000	0.00000
TENT-B	0.00661	0.00000	0.00000	0.00303	0.00000	0.00000
TEK	0.02686	0.00279	0.00000	0.00000	0.01057	0.00000
TEM	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00269
Ukupno	0.09760	0.12431	0.60390	0.72907	0.52919	0.47320

Na osnovu Tabele 3. sačinjena je matrica tehničkih koeficijenata $[A = (a_{ij})]$:

$$A = \begin{bmatrix} 0.00000 & 0.12031 & 0.59418 & 0.72604 & 0.49265 & 0.47051 \\ 0.05734 & 0.00121 & 0.00000 & 0.00000 & 0.02597 & 0.00000 \\ 0.00679 & 0.00000 & 0.00972 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.00661 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00303 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.02686 & 0.00279 & 0.00000 & 0.00000 & 0.01057 & 0.00000 \\ 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00269 \end{bmatrix}$$

Matrica koeficijenata realizacije $B = [b_{ij}]$

Sasoji se od koeficijenata realizacije (b_{ij}) koji pokazuje da su utrošci (PS) i (x_{ij}) direktno proporcionalni njenoj ukupnoj realizaciji (X_i) tj. da je: $x_{ij} = b_{ij} X_i$, odnosno: $b_{ij} = x_{ij}/X_i$.

U Tabeli 4. dati su koeficijenti realizacije (PS) Kolubare i TENT za 2007. godinu.

Tabela 4. Koeficijenti realizacije (b_{ij}) za (PS) Kolubare i TENT

	Kopovi	Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM	Ukupno
Kopovi	0.00000	0.01687	0.44375	0.39724	0.08938	0.01535	0.96259
Prerada	0.40885	0.00121	0.00000	0.00000	0.03360	0.00000	0.44366
TENT-A	0.00906	0.00000	0.00972	0.00000	0.00000	0.00000	0.01878
TENT-B	0.01208	0.00000	0.00000	0.00303	0.00000	0.00000	0.01511
TEK	0.14806	0.00215	0.00000	0.00000	0.01057	0.00000	0.16078
TEM	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00269	0.00269

Na osnovu Tabele 4. sačinjena je matrica koeficijenata realizacije [$B = (b_{ij})$]:

$$B = \begin{pmatrix} 0.00000 & 0.01687 & 0.44375 & 0.39724 & 0.08938 & 0.01535 \\ 0.40885 & 0.00121 & 0.00000 & 0.00000 & 0.03360 & 0.00000 \\ 0.00906 & 0.00000 & 0.00972 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.01208 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00303 & 0.00000 & 0.00000 \\ 0.14806 & 0.00215 & 0.00000 & 0.00000 & 0.01057 & 0.00000 \\ 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 & 0.00269 \end{pmatrix}$$

Matrica koeficijenata eksternih troškova kvantifikuje međuzavisnosti koje se javljaju u procesu proizvodnje (PS) i (SPS) u celini i sadrži direktne koeficijente eksternih (dodatnih) troškova, koji pokazuju direktne zavisnosti (PS) od eksternih troškova, odnosno od dobavljača odgovarajućeg materijala, usluga i sl. [2].

5. INVERZNA MATRICA TEHNIČKIH KOEFICIJENATA I KOEFICIJENATA REALIZACIJE

Za razliku od tehničkih koeficijenata (a_{ij}) koji pokazuju direktne potrebe po jedinici proizvodnje (PS) j za potrebama (PS) i , elementi inverzne matrice tehničkih koeficijenata izražavaju način rasprostiranja ukupnih efekata po celom proizvodnom sistemu koji nastaju povećanjem jedinice eksterne realizacije određenog (PS).

Do inverzne matrice tehničkih koeficijenata dolazi se od sistema jednačina i dobija se sledeća matrična forma:

$$X = AX + Y,$$

gde su:

X - vektor ukupne proizvodnje (PS)

Y - vektor eksterne realizacije (PS)

A - matrica tehničkih koeficijenata

Rešavanjem sistema jednačina po X dobija se oblik:

$$X = (I - A)^{-1} * Y,$$

gde su:

$(I - A)^{-1}$ - matrica inverznih koeficijenata

I - jedinična matrica

Na isti način se dobija i inverzna matrica koeficijenata realizacije pri čemu se dobija sledeći oblik:

$$X = BX + F,$$

gde su:

X - vektor ukupne proizvodnje, odnosno realizacije

F - vektor dodatnih (eksternih) troškova

B - matrica koeficijenata realizacije

Rešavanjem sistema jednačina po X dobija se oblik:

$$X = (I - B)^{-1} * F,$$

gde su:

$(I - B)^{-1}$ - matrica inverznih koeficijenata realizacije

I - jedinična matrica

Ovako izvedena jednačina izražava troškove realizacije određenog (PS) (X_j) u funkciji od eksternih troškova (F_j) svih (PS).

Elementi inverzne matrice $(I - B)^{-1}$ pokazuju za koliko će se povećati troškovi realizacije (PS) j ako dodatni (eksterni) troškovi (PS) i porastu za jedinicu.

U daljem tekstu prikazane su inverzne matrice tehničkih koeficijenata $[I-A]^{-1}$ i inverzna matrica koeficijenata realizacije za (PS) Kolubare i TENT.

Inverzna matrica tehničkih koeficijenata ima sledeći oblik:

$$[I - A]^{-1} = \begin{vmatrix} 1.030 & 0.126 & 0.618 & 0.750 & 0.516 & 0.486 \\ 0.060 & 1.009 & 0.36 & 0.044 & 0.056 & 0.028 \\ 0.007 & 0.001 & 1.014 & 0.005 & 0.004 & 0.003 \\ 0.007 & 0.001 & 0.004 & 1.008 & 0.003 & 0.003 \\ 0.028 & 0.006 & 0.017 & 0.020 & 1.025 & 0.013 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.003 \end{vmatrix}$$

Inverzna matrica koeficijenata realizacije ima sledeći oblik:

$$[I - B]^{-1} = \begin{vmatrix} 1.030 & 0.018 & 0.462 & 0.410 & 0.094 & 0.016 \\ 0.427 & 1.009 & 0.191 & 0.170 & 0.073 & 0.007 \\ 0.009 & 0.000 & 1.014 & 0.004 & 0.001 & 0.000 \\ 0.012 & 0.000 & 0.006 & 1.008 & 0.001 & 0.000 \\ 0.155 & 0.005 & 0.069 & 0.062 & 1.025 & 0.002 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.003 \end{vmatrix}$$

6. PRAKTIČNA PRIMENA INPUT-OUTPUT ANALIZE U SLOŽENOM PROIZVODNOM SEKTORU KOLUBARE I TENT

Imajući u vidu značaj uloge input-output analize u upravljanju vrlo složenim sistemima kao što je to (SPS) Kolubare i TENT, kao i konstataciju koja se odnosi na mogućnosti primene ove analize u praksi, navešćemo nekoliko mogućnosti primene input-output modela u (SPS) Kolubare i TENT.

Ispitivanje strukture usklađenosti proizvodnog sistema Kolubare i TENT-a

Osnovna input-output tabela zajedničkog proizvodnog sistema Kolubare i TENT za 2007. godinu, zatim matrica tehničkih i inverznih koeficijenata, koeficijenata realizacije i inverznih koeficijenata realizacije i njihovi uporedni pregledi, pružaju široke mogućnosti za ispitivanje strukturne usklađenosti (PS) Kolubare i TENT, odnosno za sagledavanje položaja svakog (PS) u integrisanom sistemu Kolubare i TENT u celini i njihove međuzavisnosti.

Tabela 5. Uporedni pregled tehničkih koeficijenata i koeficijenata inverzne matrice za navedene sektore

	Kopovi	Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM
	-1 aij (I-A)	-1 aij (I-A)	-1 aij (I-A)	-1 aij (I-A)	-1 aij (I-A)	-1 aij (I-A)
Kopovi	0.00000 1.030	0.12031 0.126	0.59418 0.618	0.72604 0.750	0.49265 0.516	0.47051 0.486
Prerada	0.05734 0.060	0.00121 1.009	0.00000 0.036	0.00000 0.044	0.02597 0.056	0.00000 0.028
TENT-A	0.00679 0.007	0.00000 0.001	0.00972 1.014	0.00000 0.005	0.00000 0.004	0.00000 0.003
TENT-B	0.00661 0.007	0.00000 0.001	0.00000 0.004	0.00303 1.008	0.00000 0.003	0.00000 0.003
TEK	0.02686 0.028	0.00279 0.006	0.00000 0.017	0.00000 0.020	0.01057 1.025	0.00000 0.013
TEM	0.00000 0.000	0.00000 0.000	0.00000 0.000	0.00000 0.000	0.00000 0.000	0.00269 1.003
UKUPNO	1.132	1.143	1.689	1.827	1.604	1.536

I pored toga što tehnički koeficijenti ili normativi utroška omogućavaju sagledavanje direktnih proizvodnih međuzavisnosti u složenom proizvodnom sistemu, ipak, uloga ukupnih koeficijenata (inverznih tehničkih koeficijenata ili multiplikatora) je daleko značajnija za različite analitičke planske informacije [2]. Tako, na primer, iz Tabele 5. može se uočiti da je za ostvarenje proizvodnje prvog (PS) Kopovi, namenjene isključivo finalnoj potrošnji, u vrednosti od 100 dinara, potrebno je da vrednost proizvodnje u prvom (PS) iznosi 103 din., u drugom 6 din., u trećem i četvrtom 0,7 din. i u petom 2,8 dinara. Uslovljeno povećanje proizvodnje za 3 din. iznad potrebnog za finalnu potrošnju u prvom, zajedno sa izazvanim povećanjem proizvodnje u drugom za 6 din., trećem i četvrtom 0,7 din. i petom za 2,8 dinara treba jedino da omogući funkcionisanje reprodukcionog procesa iz kojeg bi proistekla samo proizvodnja prvog (PS) u vrednosti od 100 dinara za finalnu potrošnju.

Zbrajanje elemenata matrice $[I - A]^{-1}$ po kolonama

$$\vec{i} [I - A]^{-1} = [1.132 \quad 1.143 \quad 1.689 \quad 1.827 \quad 1.604 \quad 1.536],$$

pokazuje da bi, u analiziranom primeru, ceo ekonomski sistem morao da ostvari proizvodnju u vrednosti od 113 dinara, da bi omogućio nesmetanu aktivnost prvom (PS) za proizvodnju proizvoda namenjenih jedino finalnoj potrošnji u vrednosti od 100 dinara.

Pored toga, ukoliko se traži ukupan obim proizvodnje određenog (PS) (X_i) za unapred zadati vektor eksterne realizacije (Y), tada se preko matičnih multiplikatora (elementa inverzne matrice tehničkih koeficijenata r_{ij}) dobija:

$$X_i = r_{i1} Y_1 + r_{i2} + \dots + r_{i6} Y_6,$$

ili, konkretno, za (PS) Kopovi X_I ($i=I$):

$$X_I = 1.030 * 940,272 + 0.126 * 1,961,802 + 0.618 * 18,433,742 + \\ + 0.75 * 13,547,731 + 0.516 * 3,828,068 + 0.486 * 817,795 = 25,141,126.$$

U Tabeli 6. dat je uporedni pregled vrednosti vektora ukupne proizvodnje (X) i eksterne realizacije (Y), i to za postojeće stanje i za planirano stanje, sa izmenjenom povećanom vrednosti eksterne realizacije pojedinih (PS) Kolubare i TENT. Može se uočiti efikasnost ovih multiplikatora, pomoću kojih se veoma brzo utvrđuje potrebna ukupna proizvodnja (PS) za obezbeđenje tako povećane eksterne realizacije.

Tabela 6. Uporedni pregled vrednosti vektora ukupne proizvodnje (X) i eksterne realizacije (Y) za realizovana i planirana stanja - (2007.) (*000 din.)

Realizovano stanje		Planirano stanje	
Vrednost eksterne realizacije (Y)	Vrednost ukupne proizvodnje (X)	Novelirana vrednost eksterne realizacije (Y')	Očekivana ukupna proizvodnja (X')
$Y_1 = 940,272$	$X_1 = 25,141,126$	$Y'_1 = 852,800$	$X'_1 = 22,521,000$
$Y_2 = 1,961,802$	$X_2 = 3,526,238$	$Y'_2 = 2,203,797$	$X'_2 = 3,592,000$
$Y_3 = 18,423,508$	$X_3 = 18,776,153$	$Y'_3 = 17,502,333$	$X'_3 = 17,837,346$
$Y_4 = 13,547,731$	$X_4 = 13,755,660$	$Y'_4 = 12,504,556$	$X'_4 = 12,696,474$
$Y_5 = 3,828,068$	$X_5 = 4,561,472$	$Y'_5 = 3,789,800$	$X'_5 = 4,515,858$
$Y_6 = 817,795$	$X_6 = 820,000$	$Y'_6 = 937,800$	$X'_6 = 940,000$
$Y = 39,519,176$	$X = 66,580,649$	$Y' = 37,791,094$	$X' = 62,102,678$
% = 100.00	% = 100.00	% = 95.63	% = 93.27

Dezagregiranjem vektora eksterne realizacije (Y) na konkretne potrošače proizvoda Kolubare i TENT, kao i dezagregiranjem vektora eksternih troškova na elemente troškova po vrsti materijala, usluga i sl. mogu se vršiti različite analize kao i kvantificiranje određenih efekata nastalih pod uticajem spoljnih ili unutrašnjih faktora na određeni (PS) i složeni sistem (PS) u celini.

Donosilac odluke ima mogućnosti da upoređuje različite varijante povećanja eksterne realizacije i s tim u vezi ukupni obim proizvodnje. Uključenjem modela linearnog programiranja, a samim tim i ograničenja u pogledu kapaciteta, mogućnosti određenih tržišta, pitanje zaliha na deponijama i sl. može se izabrati ona varijanta koja u datim uslovima odražava optimalno poslovanje proizvodnog sistema.

Ispitivanje stepena integrisanosti proizvodnih sektora Kolubare i TENT

U Tabeli 7. prikazan je uporedni pregled zbira tehničkih koeficijenata i koeficijenata realizacije i njihove aritmetičke sredine. Ovaj pregled omogućava analizu učešća jednih (PS) u proizvodnji drugih, odnosno međupovezanost (PS), kao i analizu učešća eksternih troškova u svakom (PS).

Tabela 7. Uporedni pregled $\sum_{i=1}^n a_{ij}$, $\sum_{j=1}^n b_{ij}$ i $[\sum_{i=1}^n a_{ij} + \sum_{j=1}^n b_{ij}] / 2$
za proizvodne sektore prema navedenim valičinama

$\sum_{i=1}^6 a_{ij}$	$\sum_{j=1}^6 b_{ij}$	$[\sum_{i=1}^6 a_{ij} + \sum_{j=1}^6 b_{ij}] / 2$
X ₄ 0.729	X ₁ 0.963	X ₁ 0.530
X ₃ 0.604	X ₂ 0.444	X ₄ 0.372
X ₅ 0.529	X ₅ 0.161	X ₅ 0.345
X ₆ 0.473	X ₃ 0.019	X ₃ 0.312
X ₂ 0.124	X ₄ 0.015	X ₂ 0.284
X ₁ 0.098	X ₆ 0.003	X ₆ 0.238

Vrednost aritmetičke sredine zbira tehničkih koeficijenata i zbira koeficijenata realizacije daju jasnu sliku o tome u kojoj meri se određeni (PS) integriše u tako složeni proizvodni sistem.

Kada se pogleda Tabela 7., može se uočiti da su vrednosti aritmetičke sredine različite za različite (PS). Tako na primer, vrednosti zbira aritmetičke sredine tehničkih koeficijenata i koeficijenata realizacije kreću se od 0.530 za (PS) Kopovi (X₁) pa sve do 0.238 za (PS) TEM (X₆), što ukazuje na različiti stepen integrisanosti (uklapanja) određenih (PS) u složeni proizvodni sistem Kolubare i TENT. Pri tome treba imati u vidu da je integraciono uklapanje određenog (PS) utoliko bolje ukoliko je vrednost aritmetičke sredine veća.

Potrebno je proveriti efikasnost input-output modela sa stanovišta deagregacije posmatranih privrednih društava na niže organizacione oblike (proizvodne sektore, odeljenja, pogone i sl.), kao i njihova agregacija u posebne tehno-ekonomske celine.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati primene nekih modela input-output analize obrađeni su u malom broju radova koji se odnose na industriju uglja. I tako mali broj radova ukazuje na mogućnost realnog sagledavanja međusobnih vrlo složenih zavisnosti i uticaja.

Iz datih input-output tabela proizilaze brojna, široka i značajna saznanja: o direktnim i povratnim proizvodnim povezanostima podsistema u sistemu, dvosmernim međuzavisnostima sistema i okruženja, tj prirodi i intezitetu zavisnosti proizvodnog sistema od nabavki iz, i isposruka okruženju, načinu formiranja i raspodeli proizvodnje

podсистема, tj. sistema i njihovoj vrednosnoj strukturi, veličini i strukturi finalne potrošnje, tj. eksterne realizacije, načinu i stepenu delovanja njenih promena na proizvodnju sistema, strukturi pojedinih kategorija troškova i cena ostvarene proizvodnje itd.

Ne postoje prepreke da se određeni modeli input-output analize primene u EPS, u njegovim privrednim društvima, proizvodnim sektorima, pogonima itd.

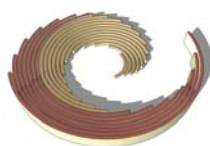
Literatura

1. Stanojević R., (1998), *Međusektorski modeli*, Ekonomski Institut, Beograd
2. Popović S., Nešić V., Petrović J., (1977), *Primena input-output analize u složenoj organizaciji udruženog rada na primeru REIK Kolubara*, SYM-OP-IS 77, str. 439-460, Herceg Novi
3. Maksimović S., Milanović Z., Miljanović I., Boševski S., Hudej M., Benović T., (2009), *Application of Input-Output Analysis in Corporate Enterprises of EPIS Thermal Power Sector*, 3rd Balkan Mining Congress, Izmir- Turkey
4. Maksimović S., (2009), *Primena međusektorske analize u privrednim društvima termoelektričnog sektora Elektroprivrede Srbije*, Elektroprivreda br.1, str.85-92, Beograd
5. Maksimović S., Miljanović I., i dr., (2010), *Osetljivost proizvodnje pojedinih proizvodnih sektora u privrednom društvu TE-KO Kostolac na promene tehničkih koeficijenata*, Rudarstvo 2010, str.85-92, Tara
6. L.C. Stilwell, R.C.A. Minnitt, (2000), *Input-output analysis: its potential application to the mining industry*, The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy, p.p. 455-460
7. *Izveštaji o poslovanju u periodu januar-decembar 2007. godine, za PD Kolubara i TENT*

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**MINERALOŠKO-PETRLOŠKI SASTAV RIJEČNOG
AGREGATA IZ VRBASA I NJEGOVA UPOTREBA U
GRAĐEVINARSTVU (SA PODRUČJA BANJA LUKE)**

**CHARACTERISTICS OF VRBAS RIVER GRAVEL
MINERAL-PETROLOGICAL COMPOSITION AND ITS
USE IN CIVIL ENGINEERING (NEAR BANJA LUKA)**

Milić M.¹

Apstrakt

U ovom radu prikazani su rezultati mineraloško-petroloških i fizičko-mehaničkih svojstava riječnog agregata iz rijeke Vrbasa za različite namjene u građevinarstvu.

Abstract

In this paper presented of gravels from Vrbas river a raw material of very favorable characteristics and physical and mechanical for different uses in civil engineering - near Banja Luka.

1. UVOD

Savremena izgradnja građevinskih objekata nezamisliva je bez primjena stijena u građevinarstvu. Njihova godišnje potrošnja u izgradnji objekata mjeri se u milionima tona. Upotrijebljene stijene u građevinarstvu predstavljaju nemetalne mineralne sirovine koje su tokom posljednjih nekoliko decenija našle izuzetno veliku primjenu.

¹ Prof. dr Mira Milić, dipl. inž. geol. Šumarski fakultet, Stepe Stepanovića 75a, Banja Luka, Republika Srpska
E-mail: mira_milić2002@yahoo.com

Razvojem moderne industrije i napretkom privrede mnoge nemetalične sirovine su postale ne samo koristan već i neophodan materijal. Njihova potražnja rasla je uporedo sa razvojem svih grana industrije i sa većom i složenijom izgradnjom građevinskih objekata.

Nemetalične mineralne sirovine u svijetu, po proizvodnji predstavljaju veću ekonomsku vrijednost od metalčnih sirovina, kako kod nas tako i u svijetu. To se posebno odnosi na geološke građevinske materijale, kao kamene agregate, šljunkove i pijeskovne, laporce i gline. U primjeni nemetaličnih mineralnih sirovina prvo mjesto zauzimaju krečnjaci i dolomiti, zatim dolaze šljunkovi i pijeskovni i td.

Prema količini upotrijebljenih stijena 80% pripada krečnjacima, 8% bazaltu, 5% granitu, 3% šljunku i 4% ostalim stijenama (Valentin V. Teporden, 1984).

Prema tome, značaj šljunkova i pijeskova u izgradnji građevinskih objekata je izuzetno velika, a njihova primjena je određena prema važećim tehničkim propisima i normativima.

U ovom radu su posebno obrađeni mineraloško-petrološki i fizičko-mehanički uslovi primjene šljunkova i pijeskova sa šireg područja Banja Luke, odnosno šljunka eksploatisanog iz rijeke Vrbas.

1. UVOD

Šire područje Banja Luke pripada kompleksu stijena dijabaz rožnoj formaciji, međutim dolina rijeke Vrbas koja protiče kroz Banja Luku izgrađena je od aluvijanih nanosa koja su najvećim dijelom predstavljeni šljunkovima, rjeđe pijeskovima. Takođe, i veći dio Banja Luke u geološkom pogledu izgrađen je od šljunkovitih pijeskova. U navedenom području šljunak i pijesak su najčešće korišćeni geološki građevinski materijal, pored krečnjaka i dolomita.

Međutim, rijeka Vrbas, kao i većina rijeka na ovom području teče tektonskim rasjednim zonama koje se odlikuju raznovrsnom geološkom građom, kao i mineraloško-petrološkim sastavom. Ispitivani šljunak je nevezana klastična stijena, zaobljenih i polu zaobljenih zrna krupnijih od 2 mm. Najčešće nastaje zaobljavanjem drobinskog materijala različitih odlomaka, pri transportu (potočnom ili riječnom) vodom. Većinom je izgrađen od oblutaka različitog mineralnog i petrološkog sastava. Šljunak homogenog sastava rijetko se pojavljuje u prirodi i ima znatno povoljnija fizičko-mehanička svojstva, od šljunka heterogenog sastava.

Međutim, šljunak iz rijeke Vrbas eksploatisan je na šest šljunkara, na lokacijama: Kosjerevo, Kobatovci, Petoševci i Veliko Blaško (Slika 1.). Eksploatisani agregat odlikuje se određenim mineraloško-petrološkim sastavom koji predstavlja odraz geološke građe istraživanog područja kroz koje protiče vodeni tok. Naime, geološki sastav materijala od koje je izgrađen šljunak, ne zavisi samo od prirode stijene od kojih je izgrađeno okolno područje, već i od geomeorfoloških i klimatskih uslova u određenim oblastima.

Kao primjer možemo navesti da neke od magmatskih stijena, kao dijabaz teže se dezintegrišu do pjeskovite frakcije, dok su krečnjaci pogodniji za hemijska raspadanja, ali brza dezintegracija može biti spriječena, tako da se u šljunku mogu javiti odlomci metastabilnih stijena, kao što su granitoidi, dijabazi i krečnjaci, kao što je slučaj sa šljunkom Vrbasa.



Slika 1. Geografski položaj šljunkara-Veliko Blaško, Petoševci, Kosjerevo i Kombatovci

Zaobljenost valutaka, površinske strukture i oblik komada stijena u šljunkovitim sedimentima mogu da ukažu na vrstu prenosa i uslove taloženja. Šljunak transportovan vodenim tokovima sa velikom brzinom pokazuje tragove lomljenja. Međutim, oblik valutaka u šljunku u većini slučajeva zavisi od polazne - prvobitne stijene više nego od vrste transporta (Protić, 1961.), ali veličina oblutaka u šljunku zavise od dužine transporta, otpornosti stijena i polazne stijene. U većini slučajeva stijena koja je duže transportovana - zaobljenija je i sitnija.

Relativno mekše stijene kao laporci, kreda, filiti lako se zaobljuju ili raspadaju pri riječnom transportu na manjim rastojanjima.

Čvršće stijene kao kvarciti, pješčari sa silicijumskim vezivom se sporije zaobljavaju i mogu biti transportovani na veća rastojanja, do njihove dezintegracije teže dolazi.

Tokom transporta, usljed mehaničkih (trenja i udaranja o druge transportovane odlomke i podlogu), a dijelom i hemijskih uticaja komadi stijena se postepeno smanjuju i dezintegrišu, prelazeći u monomineralna zrna. U navedenim šljunkovima od monomineralnih zrna najviše su zastupljena zrna kvarca i čestice glina, kao krajnji produkti u procesu fizičkog i hemijskog raspadanja. Glina se nakon eksploatacije šljunka kao štetni sastojak odstranjuje najčešće pranjem na separaciji (Slika 2.).



Slika 2. Separacija šljunka na lokaciji Veliko Blaško kod Banja Luke (M. Milić, 2010.)

2. REZULTATI ISPITIVANJA - AGREGATA ŠLJUNKA

Rezultati mineraloško-petroloških ispitivanja šljunka sa područja Banja Luke iz rijeke Vrbas, predstavljaju dugogodišnji rad, a neki od tih rezultata prikazani su u narednim tabelama.

Stijene prisutne u šljunku Vrbasa javljaju se u vidu odlomka, a njihov sadržaj zavisi od mjesta na kojem se šljunak eksploatiše (uticaja lokalne geologije) i od perioroda u kojem se vadi, jer oscilacijom nivoa vode dolazi do određenih vrsta materijala-stijena.

Šljunak se najviše upotrebljava kao agregat za proizvodnju betona i maltera, za izradu nasipa i spravljanje asfaltnih mješavina. Eksploatisani šljunak kao agregat za beton prvo dolazi na separaciji gdje se razdvaja na frakcije i prolazi proces pranja, frakcije za beton su veličine zrna od 0-4 mm, 4-8 mm i 16-31.5 mm. Ispitivanje uzoraka agregata vršeno je iz prethodno navedenih frakcija i u različitim periodima i sa više šljunkara (eksploatacije), a neki od tih rezultata prikazani su u narednim tabelama. Međutim, podaci dobijeni ispitivanjima su dosta slični.

Rezultati mineraloško-petroloških ispitivanja agregata sa separacije Veliko Blaško predstavljeni su u Tabeli 1. i Tabeli 2., a rezultati fizičko-mehaničkih svojstava nalaze se u Tabeli 3.

Za izradu betona najbolji je čist šljunak bez alevritskih i glinovitih čestica, zaobljenih i poluzaobljenih valutica, svježih zrna magmatskih stijena, jedrih i kompaktnih krečnjaka, kvarca i čvrstih kvarcnih pješčara. Navedeni agregat ispunjava potrebne uslove, te se smatra pogodnim za spravljanje betona.

Tabela 1. Minerološko petrografski sastav agregata

Genetski tip	Naziv stijene	Sadržaj mineraloško petrografskih vrsta							
		-u % (mm)				-u % kao broj zrna			
		16-32	8-16	4-8	2-4	1-2	0.5-1	0.25-0.5	0.125-0.25
Magmatske stijene	Dijabazi i andeziti	8.25	14.26	28.02	32.86	49.33	56.25	53.56	54.73
Sedimentne stijene	krečnjak	64.2	48.69	33.94	15.46	9.33	5.85	5.44	5.29
	rožnjak	12.62	13.74	20.01	28.52	22.00	12.86	14.23	12.33
	želj. primjese	5.17	10.18	8.28	8.71	5.15	6.73	8.36	7.53
	laporovite i glinovite primj.	3.77	5.82	3.21	4.83	5.84	2.40	4.60	4.27
	pješčari	3.05	4.51	2.74	2.41	2.5	2.40	2.29	3.61
	ugalj	0.02	-	-	-	-	-	-	-
	školjke	-	-	-	-	0.67	-	-	-
	bigar	-	-	-	-	0.34	-	-	-
Metamorfne stijene	Liskuni i filiti	1.15	1.72	1.96	2.41	1.70	2.30	1.09	1.03
minerali	kvarc	1.79	1.09	1.89	4.83	4.84	7.21	7.75	7.14

Tabela 2. Procentualni sadržaj potencijalno štetnih komponenti u agregatu

Željezne primjese	5.17	10.18	8.28	8.71	7.55	6.73	8.36	7.53
Laporovite i glinovite primjese	3.77	5.82	3.21	4.83	3.50	2.40	4.60	4.27
Ugalj	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Liskuni i filiti	1.15	1.72	1.96	2.41	1.70	2.30	1.09	1.03
Bigar	-	-	-	-	0.34	-	-	-
Školjke	-	-	-	-	0.67	-	-	-

Nepovoljni sastojci u šljunku za izradu betona su gline, odnosno glinovite stijene, porozne stijene (plavućac, porozni dolomite, bigar i dr.), različiti škriljci, alterisane stijene (kaolinisane, hloritske, limonitske stijene, ispucali serpentinit) alkalno reaktivne komponente (smatraju se rožnjaci, amorfnj silicij, opal, kalcedon jaspis i sl.) i meke stijene (laporci, glinci, meki pješčari i dr.). Štetne komponente su sulfati, sulfide, limonit, minerali glina, organske materije, školjke i dr. Navedene nepovoljne i štetne komponente u riječnom agregatu Vrbasa prisutne su u veoma malom procentu, gotovo u tragovima.

Prema navedenim minerološko-petrološkim i fizičko-mehaničkim svojstvima, a u skladu sa tehničkim uslovima i standardima JUS, ispitivani-agregat šljunka, a manjim dijelom i pijesak, na lokaciji Veliko Blaško kod Banja Luke, predstavlja kvalitetnu mineralnu sirovinu za građevinske potrebe.

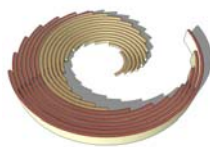
Tabela 3. Rezultati fizičko-mehaničkih svojstava frakcionisanog riječnog agregata sa separacije Veliko Blaško kod Klačnica

Ispitivanje	Metoda prema JUS	FRAKCIJE (mm)				Uslovi kvaliteta
		0-4	4-8	8-16	16-32	
Zapreminska masa zrna	B.B8.031	2712	2730	2744	2745	2000-3000 kg/m ³
Upijanje vode	B.B8.031	1.21	0.58	0.60	0.55	max 1.5% (m/m)
Postojanost na dejstvo mraza (5 ciklusa Na ₂ SO ₄)	B.B8.044	1.23	1.00	0.45	0.50	max 12% (mm)
Ukup sadržaj sumpora i sulfida izraž. kao SO ₃	B.B8.044	0	0	0	0	max 1% (mm)
Sadržaj hlorida	B.B8.042	0	0	0	0	max 0.1% (0,02)
Sadržaj organskih materija	B.B8.039	nema				boja svjetlija od standardne
Oblik zrna	B.B8.049		0.24	0.27	0.29	min P-0.18 D-0.15 koef.%
Oblik zrna	B.B8.048		12.8	11.9	7.0	max 20
Granulometrijski sastav	B.B8.029	Sl. 1.				
Sadrž. sitnih čestica	B.B8.036	1.1	0.5	0.4	0.4	
Sadržaj grudvi gline	B.B8.038	0	0	0	0	max<4 mm 0.5 max>4mm 0.25% (mm)
Sadržaj slabih zrna	B.B8.037		1.50	1.00	1.40	max 4(3) %(mm)
Sadržaj lakih čestica	B.B8.034	0.8	0.5	0.4	0.4	max 1(5) % (mm)
Obavijenost površine zrna	B.B8.004	0	0	0	0	0.0 broj zrna
Otpornost protiv drobljenja i habanja po Los Angeles-u	B.B8.045	Gradacija: -B- 17.2 -C- 16.0 -D- 14.2				max 30 koef.%
Zaprem. masa u rastresitom stanju	B.B8.030	1520	1590	1550	1530	kg/m ³
Zaprem. masa u zbijenom stanju	B.B8.030	1585	1628	1630	1635	kg/m ³
Otpornost protiv drobljenja u cilindru	B.B8.033.	-	9.8	16.4	22.5	max 30

Literatura

1. Bilbija, N., (1984), *Tehnička petrografija-svojstva i primjena kamena*, Naučna knjiga, Beograd
2. Dunham, R., J., (1962), *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*, In: Classification of carbonate rocks, Ed Ham, W.E., Tulsa, Okla., Am. Ass., Petrol., Geol., vol. 108-121
3. Mojićević, M., (1977), *Osnovna geološka karta 1:100000*, Tumač za Banja Luku, Savezni geološki zavod Beograd

4. Milić, M., (2009), *Karbonatne stijene Zapadnog dijela Republike Srpske kao sirovina za građevinarstvo i industriji*, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet. Str. 252, Banja Luka
5. Vlantino, V. Teporden, (1984), *Crushed stone*, Mineral facts and problems; 757-767, Canada
6. Janjić, M., (1977), *Osnovi geologije i inženjerske geologije*, I dio, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Str. 205, Beograd



DISKONTINUALNI I KOMBINOVANI SISTEMI ZA USLOVE POVRŠINSKOG KOPA UGLJEVIK-ISTOK

DISCONTINUOUS AND COMBINED SYSTEMS FOR OPENPIT MINE UGLJEVIK-EAST CONDITIONS

Milošević D.¹, Dragić R.², Perić N.³

Apstrakt

U ovom radu se daju preliminarne podaci o mogućoj eksploataciji uglja na površinskom kopu Ugljevik-Istok, a na osnovu Elaborata o klasifikaciji i kategorizaciji i proračunu rezervi na ležištu Ugljevik-Istok, kao i na osnovu Elaborata o geomehaničkim ispitivanjima kosina na ovom budućem površinskom kopu. Izvršen je proračun otkrivke i uglja sa ležišta Ugljevik-Istok i date prognozne veličine otkrivke i uglja. Takođe je data projekcija moguće tehnologije, izbora rudarske mehanizacije i statička procjena troškova proizvodnje uglja na ovom ležištu.

Abstract

This paper presents preliminary data about possible coal exploitation on open pit mine Ugljevik East based on Elaborate about classification and categorization and calculation of reserves on deposit Ugljevik East as well as on the basis of Elaborate about geomechanical slope stability at this future open pit mine. Calculations of overburden and coal quantities are made for the deposit Ugljevik East and given predictor size of overburden and coal. Paper also presents the projection of possible technology, choice of mining equipment and static assessment of the coal production costs in this deposit.

¹ mr Dimšo Milošević, dipl. inž., Rudnik i termoelektrana Ugljevik, Republika Srpska

² Relja Dragić, dipl. inž., Rudnik i termoelektrana Ugljevik, Republika Srpska

³ Nikolija Perić, dipl. inž., Rudnik i termoelektrana Ugljevik, Republika Srpska

1. UVOD

Površinski kop Ugljevik Istok predstavlja novi rudarski objekat sa koga će se TE Ugljevik I snage 300 MW snabdijevati ugljem u narednih 20-25 godina. Završetkom radova na postojećem površinskom kopu Bogutovo Selo u narednih 5-6 godina dio rudarske mehanizacije će utvrđenom dinamikom postepeno prelaziti na novi površinski kop. Međutim veći dio opreme će se prema podizanju kapaciteta nabavljati u skladu sa godišnjim kapacitetom na otkrivci i eksploataciji uglja. Obzirom da je na ovom površinskom kopu predviđena kombinovana tehnologija očekuju se znatna investiciona ulaganja u novu mehanizaciju na površinskom kopu Ugljevik-Istok.

2. OBRAČUN KOLIČINA OTKRIVKE I UGLJA NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJEVIK ISTOK

Obračun količina otkrivke i uglja dat je u Tabeli 1.

Tabela 1. Obračun količina otkrivke i uglja

Etaža	Otkrivka (čm³)	Ugalj (t)
E-304	285,000	0
E-294	1,250,000	0
E-284	4,350,000	85,000
E-274	9,150,000	195,000
E-264	13,650,000	315,000
E-254	16,100,000	485,000
E-244	20,150,000	875,000
E-234	23,200,000	1,150,000
E-224	21,650,000	1,350,000
E-214	22,900,000	1,750,000
E-204	26,100,000	2,850,000
E-194	27,500,000	4,000,000
E-184	26,180,000	4,250,000
E-174	24,750,000	4,155,000
E-164	20,100,000	3,750,000
E-154	16,250,000	4,250,000
E-144	16,150,000	4,750,000
E-134	12,700,000	4,150,000
E-124	11,100,000	3,450,000
E-114	7,200,000	2,950,000
E-104	3,400,000	3,650,000
E-94	1,250,000	2,590,000
Σ	325,365,000	51,000,000

3. GODIŠNJI KAPACITET POVRŠINSKOG KOPAUGLJEVIK ISTOK

S obzirom na kvalitet uglja sa ovog ležišta i godišnje potrebe TE Ugljevik, instalisane snage 300 MW, daju se sledeći preliminarni podaci:

- investiciona otkrivka 11,000,000 m³,
- količine uglja 1,850,000 t/god,
- količine otkrivke 12,000,000 m³/god.

4. DINAMIKA EKSPLOATACIJE

Površinski kop Ugljevik-Istok je ležište sa izuzetno složenim rudarsko-geološkim, hidrogeološkim i geomehaničkim karakteristikama, te s tim u vezi daje se projekcija moguće dinamike i tehnologije na ovom rudarskom objektu:

- Period otvaranja, od 2012. do 2014. godine, diskontinualna tehnologija;
- Period eksploatacije, od 2015. do 2035. godine, diskontinualna i kombinovana tehnologija;
- Period zatvaranja površinskog kopa, od 2036. do 2040. godine, diskontinualna tehnologija.

5. PROJEKCIJA KAPACITETA RUDARSKE MEHANIZACIJE

Od rudarske mehanizacije na površinskom kopu Ugljevik-Istok, predviđa:

- Hidraulični bageri zapremine kašike 15-18 m³ na otkrivci i 9-11 m³ na uglju;
- Kamioni nosivosti 90-130 t;
- Semimobilna drobilična postrojenja, 3,500-4,000 t/h za otkrivku, 800-1,000 t/h za ugalj;
- Transporteri sa gumenom trakom B = 1,800 mm za otkrivku i do 1,200 mm na transportu uglja;
- Odлагаč kapaciteta 8,500-9,000 t/h;
- Buldozeri snage 231-300 kW.

Efektivni sati rada rudarske opreme:

- | | |
|--|----------------|
| • Bageri | 35,000 h/god. |
| • Kamioni | 100,000 h/god. |
| • Semimobilna drobilična postrojenja za otkrivku | 8,000 h/god. |
| • Semimobilno drobilično postrojenje za ugalj | 4,000 h/god. |
| • Transporteri sa gumenom trakom | 4 000 h/god. |
| • Odлагаč | 4,000 h/god. |
| • Buldozeri | 30,000 h/god. |

6. STATIČKA PROJEKCIJA TROŠKOVA

Na površinskom kopu Ugljevik-Istok predviđena je diskontinualna i kombinovana tehnologija na otkrivci i proizvodnji uglja.

Na osnovu operativnih troškova rada rudarske opreme i potrošnje energenata daje se projekcija troškova po radnim procesima i to:

- Otkopavanje i utovar $1.10-1.30 \text{ KM/m}^3$;
- Transport $2.50-2.80 \text{ KM/m}^3$;
- Pomoćni radovi $0.25-0.35 \text{ KM/m}^3$.

Prevođenjem jediničnih cijena kroz eksploatacioni koeficijent otkrivke na površinskom kopu Ugljevik Istok, cijena koštanja jedne tone uglja se kreće u intervalu od 28.5 do 31.5 KM/t.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu preliminarne analize ležišta Ugljevik-Istok došlo se do sledećih podataka:

- dubina kopa do 200 m,
- količina otkrivke $325,365,000 \text{ m}^3$,
- količina uglja $51,000,000 \text{ t}$,
- investiciona otkrivka $11,000,000 \text{ m}^3$,
- vijek trajanja kopa $T = 28$ godina,
- godišnji kapacitet na uglju $Q_{gu} = 1,850,000 \text{ t}$,
- godišnji kapacitet na otkrivci $Q_{go} = 12,000,000 \text{ m}^3$,
- primjenjena tehnologija: diskontinualna i kombinovana,
- statički troškovi na otkrivci i proizvodnji uglja $3.85 - 4.45 \text{ KM/m}^3$,
- proizvodna cijena jedne tone uglja $28.50 - 31.50 \text{ KM/t}$ ($15.0-16.0 \text{ €/t}$).

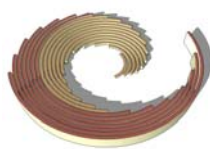
Literatura

1. Popović N., (1984), *Naučne osnove projektovanja površinskih kopova*, Sarajevo
2. Pavlović V., (1998), *Sistemi površinske eksploatacije*, Monografija, Beograd
3. *Tehnička dokumentacija rudnika Ugljevik*
4. Milošević D., (2005), *Optimizacija površinske eksploatacije uglja sa diskontinualnom opremom*, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

GEODETSKI INSTRUMENTI I UREĐAJI ZA MONITORING STABILNOSTI KOSINA POVRŠINSKIH KOPOVA

SURVEYING INSTRUMENTS AND DEVICES FOR MONITORING OF THE STABILITY OF SLOPES AT OPENPIT MINES

Milutinović A.¹, Ganić A.²

Apstrakt

Monitoring geodetskog praćenja stabilnosti kosina površinskih kopova je sistem koji obezbeđuje prostorno pozicioniranje i praćenje deformacija kosina u realnom vremenu. U okviru monitoringa preduzimaju se aktivnosti na prikupljanju, obradi, prezentaciji i analizi podataka.

Prikupljanje podataka u cilju monitoringa stabilnosti kosina površinskih kopova, bazira se na primeni geodetskih instrumenata i uređaja posebne namene koji tehničko-tehnološki ispunjavaju zahteve ovog kompleksnog inženjerskog zadatka. Ovi instrumenti i uređaji predstavljeni su u radu sa aspekta performansi i upotrebljivosti u monitoringu stabilnosti kosina.

Ključne reči: *Monitoring, površinski kop, stabilnost kosina*

Abstract

Monitoring of topographic survey of slopes at open pit mines is a system providing spatial positioning and monitoring of slope deformations in real time. Within the monitoring, activities on gathering, processing, presentation and analysis of data are being carried out.

¹ Doc. dr Aleksandar Milutinović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7

² Doc. dr Aleksandar Ganić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7

Data collection for the purpose of monitoring of the stability of slopes at open pit mines is based on the application of surveying instruments and devices of special purpose, which technically and technologically fulfill requirements of this complex engineering task. Those instruments and devices are presented in the paper in view of their performances and usability for the monitoring of the stability of slopes.

Key words: *Monitoring, open pit mine, stability of slopes*

1. UVOD

Površinski kopovi predstavljaju kompleksne objekte u čijem se sadržaju nalaze etaže kopa i odlagališta, proizvodno-transportno-odlagališni sistemi, objekti infrastrukture, sistemi za odvodnjavanje, itd. Eksploataciju mineralne sirovine karakteriše stalna promena stanja u prostoru površinskog kopa kao i pojave koje prate degradaciju prostora kao što su pojava vode, klizišta, tecišta, obrušavanja i sl. Ljudstvo, mašine i oprema koje učestvuju u tehnološkim procesima stalno, prema dinamici radova, menjaju svoj prostorni položaj, ali su uvek u zoni uticajima pojava i time izloženi potencijalnim opasnostima.

Za potrebe praćenja stabilnosti kosina površinskog kopa sa aspekta geometrije i prostornog položaja etaža, neophodno je da se na eksploatacionom polju rudnika uvede monitoring geodetskog praćenja stanja u prostoru. Za uvođenje ovakvog sistema praćenja neophodno je raspolaganje savremenim geodetskim instrumentima i uređajima koji zahtevaju izvesna finansijska ulaganja rudnika. Finansijska sredstva se za relativno kratko vreme amortizuju kroz bolje učinke eksploatacije kao posledica kvalitetnog projektovanja i rukovođenja tehnološkim procesima zahvaljujući ažurnim prostornim podacima koje obezbeđuje geodetski monitoring. Ako se ovoj činjenici doda i mogućnost sprečavanja havarijskih situacija, na osnovu konstantnog praćenja stabilnosti kosina, kao što su obrušavanje ili klizanje etaža što može ugroziti ljudstvo, mašine i opremu, uvođenje geodetskog monitoringa je u potpunosti opravdano.

2. INSTRUMENTI I UREĐAJI ZA GEODETSKI MONITORING

Projekat geodetskog monitoringa ima specifične zahteve u pogledu instrumenata, uređaja, odnosno merenja i tačnosti. Instrumenti i uređaji koji ispunjavaju zahteve projekta monitoringa mogu se podeliti u 4 skupine:

- Totalne stanice i GPS uređaji;
- 3D laser skeneri;
- Digitalne fotogrametrijske kamere;
- Radarski sistemi.

Pored instrumenata i uređaja, neophodno je raspolaganje i odgovarajućim višenamenskim softverom za automatski monitoring pomoću kojeg se vrši detekcija deformacija i klizanja kosina kao i sleganja terena.

Softver mora da ima mogućnost opseravacije podataka geodetskih, geotehničkih i meteoroloških senzora u skladu sa potrebama monitoringa bilo da se radi o privremenoj ili permanentnoj instalaciji.

2.1. Totalne stanice i GPS uređaji

Totalne stanice koje se koriste za geodetski monitoring moraju da ispunjavaju određene uslove u cilju dobijanja pouzdanih podataka u realnom vremenu. Performanse koje instrument mora da poseduje su: mogućnost merenja i obrade podataka u kratkom vremenskom roku (oko 1 sekunde), kompatibilnost sa monitoring aplikacijama, detektovanje malih pomeranja (1mm i manje) koja se obezbeđuju sa uglovnim merenjima od 0.5" ili 1" i merenjima dužina sa tačnošću $0.5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ na prizmu, odnosno $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ do bilo koje površine (bez prizme).

Za praćenje stabilnosti kritičnih kosina instrument mora da ima mogućnost praćenja stanja 24 h, veliki broj dana (i do jedne godine) sa konstantnom predajom podataka merenja pri čemu nije potreban stalan nadzor nad instrumentom. Ovaj zahtev podrazumeva da instrument ima minimalnu potrošnju energije i troškove održavanja te da je otporan na atmosferske uticaje.

Za potrebe registrovanja pomeranja, odnosno deformacija pored totalnih stanica u okviru geodetskog monitoringa koriste se *GNSS* (global navigation satellite system) *senzori*, koji predstavljaju GPS + GLONASS prijemnike specijalno razvijene za monitoring deformacija u građevinarstvu, rudarstvu i geologiji. Ovi uređaji obezbeđuju jedno ili dvo-frekventna kodna i fazna merenja brzine od 1 do 20 Hz, omogućavajući prikupljanje podataka za precizno (ispod 1mm) računanje pozicije i analizu pomeranja.

S obzirom na zahteve monitoringa da se praćenje vrši neprekidno, senzori imaju malu potrošnju energije, otporni su na atmosferske ticaje i pružaju visok kvalitet merenja s obzirom da imaju mogućnost praćenja satelita GPS i GLONASS sistema. Sledeća kvalitativna osobina senzora je mogućnost integracije sa drugim sensorima iz iste grupe, odgovarajućim softverima za analizu, procesiranje i arhiviranje podataka, računanje pomeranja i komparacija sa zadatim graničnim vrednostima deformacija.

Jedna od renomiranih firmi koja nudi kvalitetne proizvode u okviru geodetskog monitoringa je Leica Geosystems iz čijeg se programa njihovog GeoMoS sistema mogu izdvojiti totalna stanica Leica TM30 (Slika 1.) [4], jedno-frekventna GPS smart-antena Leica GMX901 (Slika 2.) [4] i visokoprecizni dvo-frekventni GPS + GLONASS prijemnik (Slika 3.) [4] koji ispunjavaju zahteve monitoringa stabilnosti kosina na površinskim kopovima.



Slika 1. Leica TM30



Slika 2. Leica GMX901



Slika 3. Leica GMX902 GG

Pored ovih instrumenata GeoMoS sadrži i softver sastavljen od aplikacija koje obezbeđuju kontrolu senzora, prikupljanje i obradu podataka, razna računanja i analize, vizuelizaciju i naknadnu obradu dobijenih rezultata merenja.

2.2. 3D laser skeneri

Posebno izgrađeni uređaji kao zamena za bliskopredmetnu fotogrametriju baziran je na skeniranju objekta laserskim zracima za određivanje 3D koordinata snimljenih tačaka. Najnoviji modeli imaju mogućnost biranja gustine skeniranja i izbora vidnog polja. Imaju integrisanu digitalnu kameru za automatsko kalibrisanje fotografije skeniranog objekta. Najnoviji modeli ovih uređaja daju mogućnost automatizovanog georeferenciranja prikupljenih podataka u lokalnim koordinatnim sistemima. U prvo vreme, ovi uređaji nisu bili sa geodetskim karakteristikama, ali su razvojem novoprodukovanih modela uređaja ovi postali geodetski instrumenti visokih performansi koji ispunjavaju zahteve monitoringa deformacija kosina na površinskim kopovima.

Ovi uređaji imaju prednost u odnosu na totalne stanice i GNSS senzore u slučajevima kada su etaže kopa nepristupačne te ne postoji mogućnost postavljanja prizme ili GPS prijemnika. Mana 3D laser skenera je manja tačnost (2-5 mm) u odnosu na totalne stanice i GNSS senzore i ograničeno rastojanje od instrumenta do objekta pri merenju (optimalni rezultati postižu se do 50m).

Predstavnik najnovijih ultra-brzih faznih 3D laser skenera je instrument Leica HDS 6100 (Slika 4.) [4], koji svojim performansama ispunjava kriterijume za praćenje stabilnosti kosina na površinskim kopovima. S obzirom da Leica HDS 6100 pripada grupi Leica Geosystems, može se integrisati u Leica GeoMoS sistem za automatski monitoring.



Slika 4. Leica HDS6100



Slika 5. Digitalna kamera Fuji FinePix S2PRO sa objektivom SIGMA DG RF 20 mm

2.3. Digitalne fotogrametrijske kamere

Pojavom digitalnih fotogrametrijskih kamera na tržištu zamenjena je analogna fotogrametrijska tehnologija, unapređena je i proširena primena fotogrametrije u oblastima gde je potrebno evidentirati prostorni položaj i geometriju objekata ili pojava. U rudarstvu fotogrametrija ima dugu tradiciju koja je nastavljena i danas kako u oblasti aero tako i terestričke fotogrametrije.

Za potrebe praćenja stabilnosti kosina na površinskim kopovima primena aerofotogrametrije nije isplativa, pa svoj primat ima terestrička fotogrametrija koja zahvaljujući digitalnoj tehnologiji obezbeđuje kvalitetno i brzo pozicioniranje kosina površinskih kopova.

Digitalnom fotogrametrijskom kamerom dobijaju se podaci u kratkom vremenskom intervalu od momenta snimanja do konačnih rezultata merenja zahvaljujući računarskoj tehnici i tehnologiji koja obezbeđuje brzu obradu digitalnog snimka. Neki od softverskih paketa za obradu i prezentaciju digitalnog snimka su PhotoModeler, kanadske firme EOS Systems, Archimedes3D, firme FPK - Ingenieurgesellschaft mbH iz Berlina, METIGO, firme FOKUS gmbh iz Leipziga.

Jedan od predstavnika digitalnih fotogrametrijskih kamera koje zadovoljavaju zahteve za praćenje stabilnosti kosina je Fuji FinePix S2PRO (Slika 5.) [5], čija je maksimalna rezolucija 12.1 megapiksela sa veličinom piksela cca $7.6 \times 7.6 \mu\text{m}$. Vizurni ugao kod ove kamere je 94.5° , brzina snimanja je 2 snimka u sekundi dok je minimalna udaljenost na kojoj se može napraviti snimak 20 cm. Srednja položajna greška tačke na obrađenom snimku je $\pm 4.5 \text{ mm}$.

2.4. Radarski sistemi

Radarski sistemi predstavljaju uređaje koji imaju mogućnost 24 časovnog praćenja stabilnosti kosina površinskog kopa u svim vremenskim uslovima i automatskog alarmiranja detektovanih pomeranja. Sistem se sastoji od prikolice na kojoj se nalazi radarska i radio antena, kamera, računarski sistem i dizel generator.

Predstavnik radarskih sistema koji imaju primenu na površinskim kopovima i koji su već određeno vreme uključeni u monitoring praćenja stabilnosti kosina kopova je radarski uređaj SSR (Slope Stability Radar) australijske firme GroundProbe (Slika 6.) [1]. Osnovni tehnički podaci ovog uređaja su:

- Tačnost merenja $\pm 0.1 \text{ mm}$;
- Maksimalno rastojanje do objekta 2,800 m;
- Uglovni dijapazon radarskog snopa 270° u horizontalnoj i 100° u vertikalnoj ravni;
- Vremenski dijapazon merenja 1-30 min (zavisno od površine koja se opaža);
- Otpornost na vibracije;
- Otpornost na vetar čija brzina ne prelazi 88 km/h;
- Težina prikolice sa uređajima 1,800 kg;
- Veličina radio frekvencije $> 0.02 \text{ mW/cm}^2$ (granica dozvoljenog zračenja 1 mW/cm^2).

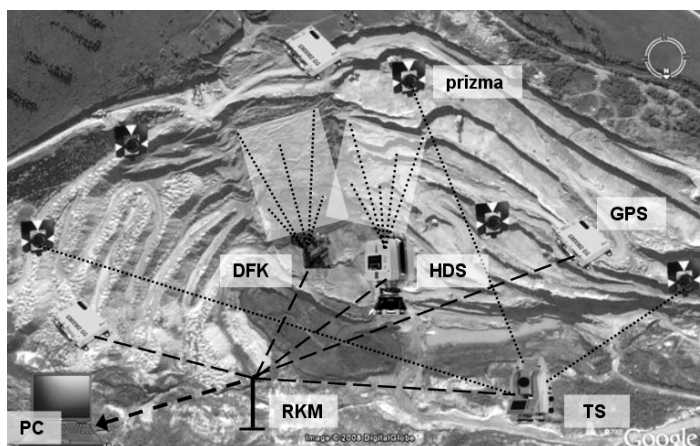


Slika 6. Radarski sistem SSR (Slope Stability Radar)

3. MONITORING PRAĆENJA STABILNOSTI KOSINA

U toku praćenja stabilnosti kosina, u okviru monitoring sistema postoji mogućnost povezivanja instrumenata (totalne stanice, GNSS sensori) i uređaja (SSR) kao i geotehničkih senzora (ekstensometri, piezometri, inklinometri) u jedan sistem čime se dobija mogućnost analize merenja i eventualnih razlika detektovanih pomeranja u cilju poboljšanja predviđanja i sprečavanja neželjenih događaja.

Monitoring sistem u toku praćenja stabilnosti kosina arhivira rezultate merenja svih instrumenata i uređaja u otvorenoj bazi podataka kojoj se može pristupiti lokalno ili daljinski. Daljinski pristup ostvaruje se pomoću telekomunikacione tehnologije, odnosno pomoću radio komunikacionog modula instaliranog na eksploatacionom polju kopa preko kojeg se prikupljeni podaci šalju u računarski centar gde se vrši obrada podataka (Slika 7.). Pristup monitoring projektu u cilju numeričke i grafičke analize i interpretacije moguć je sa bilo koje lokacija na površinskom kopu i van njega pomoću internet tehnologije.



Slika 7. Satelitski snimak PK uglja A.D. Pljevlja sa šematizovanim prikazom predloga monitoringa stabilnosti kosina

4. ZAKLJUČAK

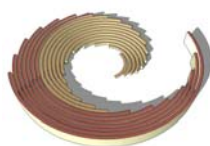
Na rudnicima sa površinskom eksploatacijom mineralnih sirovina pri eksploataciji dolazi do deformacija kosina koje mogu biti neznatne veličine pa ne postoji opasnost od ugrožavanja sigurnosti rada i neplanirane promene geometrije dela kopa, te ovakvi slučajevi ne zahtevaju monitoring praćenja stabilnosti kosina. Sa druge strane, na pojedinim kopovima prisutne su stalne deformacije kosina koje svojim intezitetom potencijalno ugrožavaju radnu sredinu pa je uvođenje monitoringa neophodno kako bi se sprečili neželjeni efekti obrušavanja ili klizanja etaža.

Jedan od bitnih aspekata u okviru projekta monitoringa je izbor adekvatne opreme, instrumenata i uređaja pomoću kojih će se vršiti praćenje stabilnosti kosina i evidentiranje i obrada podataka o deformaciji. Na izbor utiče više faktora kao što su veličina i geometrija površinskog kopa i etaža, pristupačnost etažama, dinamika radova, stepen ugroženosti stabilnosti etaža, topografske karakteristike terena u zoni kopa, raspoloživa finansijska sredstva rudnika i dr.

U radu predstavljeni geodetski instrumenti i uređaji koji svojim tehničko-tehnološkim karakteristikama zadovoljavaju kriterijume monitoringa i upotrebljivi su za različite površinske kopove sa aspekta vrste mineralne sirovine koja se eksploatiše, veličine i geometrije kopa i etaža, dinamike radova i sl.

Literatura

1. M.J. Little, *Slope monitoring strategy at pprust open pit operation*, Rock Engineering Department, PPRust, Limpopo, South Africa
2. M.J. Little, (2005), *Understanding and managing kinematic failure on the west wall at Sandsloot open pit*, Proceedings of the Young Geotechnical Engineers Conference, Swadini
3. <http://www.mining-technology.com/contractors/exploration: Survey Systems and Equipment>
4. Leica Geosystems, GeoMoS, (2009), *The Geodetic Monitoring System*, Brochure, www.leica-geosystems.com.
5. <http://www.a-digital-eye.com/fujiS2.html>



**UTVRĐIVANJE POSTOJANJA HIDRAULIČKE VEZE IZMEĐU
KVARTARNOG I PLIOCENISKO VODOSNOSNOG SLOJA
NA LOKACIJI BUDUĆE TE STANARI**

**DETERMINATION OF HYDRAULIC CONNECTION EXISTANCE
BETWEEN QUARTERNY AND PLIOCENIC AQUIFER ON THE
LOCATION OF FUTURE THERMAL POWER PLANT STANARI**

Mitrović A.¹, Đurović M.², Lončar S.³

Apstrakt

U cilju zaštite vodonosnog sloja (pliocenski vodonosni sloj), iz kog će se crpiti voda za vodosnabdijevanje termoelektrane, javila se potreba za utvrđivanjem mogućnosti prodora zagađenih voda sa površine i iz kvartarnog vodonosnog sloja u pliocenski vodonosni sloj, odnosno, za postojanjem hidrauličke veze između ova dva sloja na nekoliko karakterističnih lokaliteta. Zbog toga je usaglašeno da se u neposrednoj blizini dva pijezometra (BP-15 i BP-17) izbuši po jedna plitka bušotina (BP-15a i BP-17a) do podine kvartarnih šljunkova i da se izmjere statički nivoi na sva četiri objekta u vremenskom intervalu koji ne treba da bude manji od 12 sati. Nakon toga je izveden kratkotrajni test crpljenja pijezometra BP-15 uz istovremeno mjerenje nivoa vode na pijezometrima BP-15, BP-17, BP-18 i novoizvedenim plitkim bušotinama BP-15a i BP-17a.

Ključne riječi: *Pliocenski vodonosni sloj, termoelektrana, kvartarni vodonosni sloj, hidraulička veza*

¹ Aleksandra Mitrović, dipl. inž., Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o., Stanari, BiH-Republika Srpska,
E-mail: aleksandra.mitrovic@eft-stanari.net

² Mirjana Đurović, dipl. inž., Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o. Stanari, BiH-Republika Srpska

³ Stevan Lončar, dipl. inž., Rudnik i Termoelektrana Stanari d.o.o. Stanari, BiH-Republika Srpska

Abstract

For protection purpose of Pliocene aquifer, from which to draw water for water supply of thermal electric power plant, there was a need to determine the possibility of penetration of polluted water from the surface and from quaternary aquifer into pliocene aquifer, i.e. for definition of interconnection existence between these two aquifers on several characteristic localities. Therefore, it was agreed to drill the shallow drill holes (BP-15a and BP-17a) up to layer of quaternary gravels near the two piezometers (BP-15 and BP-17) and to measure static levels at all four object in the time interval which should be measured in less than 12 hours. Finally the short time pumping test was made at piezometers BP-15, BP-17, BP-18 and at the newly drilled shallow drill holes BP-15a and BP-17a.

Keywords: *Pliocene aquifer, Thermal power plant, Quaternary aquifer, hydraulic connection*

1. UVOD

Za potrebe snabdijevanja vodom Termoelektrane Stanari, čija je lokacija na području Dragalovaca, tokom 2006. i 2007. godine urađena su geološka, geofizička i hidrogeološka istraživanja na tom lokalitetu. Na osnovu tih radova su istražene i utvrđene rezerve podzemnih voda na području Dragalovaca, dovoljne da podmire potrebe za pitkom i industrijskom vodom neophodnom za nesmetan rad Termoelektrane Stanari.

U cilju zaštite vodonosnog sloja (pliocenski vodonosni sloj), iz kog će se crpiti voda za vodosnabdijevanje termoelektrane, javila se potreba za utvrđivanjem mogućnosti prodora zagađenih voda sa površine i iz kvartarnog vodonosnog sloja u pliocenski vodonosni sloj na nekoliko karakterističnih lokaliteta. Zbog toga je usaglašeno da se u neposrednoj blizini dva pijezometra (BP-15 i BP-17) izbuši po jedna plitka bušotina (BP-15A i BP-17A) do podine kvartarnih šljunkova i da se izmjere statički nivoi na sva četiri objekta u vremenskom intervalu koji ne treba da bude manji od 12 sati. Nakon toga je izveden kratkotrajni test crpljenja pijezometra BP-15 uz istovremeno mjerenje nivoa vode na pijezometrima BP-15, BP-17, BP-18 i novoizvedenim plitkim bušotinama BP-15a i BP-17a.

2. GEOMORFOLOŠKE, HIDROGRAFSKE I HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA IZVORIŠTA DRAGALOVCI NA LOKACIJI TE STANARI KOD STANARA

U dijelu terena koji izgrađuju stijene mezozojske starosti, sjeverno i južno od istraživane lokacije, teren je brdsko-planinski sa strmim stranama kosina (od 250 m do 353 m). Dijelovi terena izgrađeni od neogenih sedimenata imaju blaže kosine brda i nadmorsku visinu do 250 m.

Istražni prostor Dragalovci u području planirane TE Stanari predstavlja slivnu površinu rijeke Radnje (sjeverozapadni dio lokacije) i njene pritoke Ostružnje (centralni i istočni dio lokacije), a krajnji periferni zapadni dio istraživnog prostora pripada slivnoj površini rijeke Mala Ukrina, u koju se sjeverno od lokacije uliva rijeka Radnja. Slivna površina Ostružnje iznosi 34.8 km². Pored ovih, većih tokova, prisutan je i niz manjih tokova (stalnih i povremenih), a čiji proticaj zavisi od trenutnih padavina.

Prema literaturnim podacima, svi vođeni tokovi na istražnom području prihranjuju se atmosferskim padavinama, odnosno imaju nivalno-pluvijalni režim. Vodostaj u rijekama preko ljeta (jul-avgust) znatno opada, a manji potoci potpuno presuše. U periodu sa povećanjem izlučivanja atmosferskog taloga dolazi do naglog porasta površinskog oticaja (bujični režim). Isto tako, u proljeće, sa povećanjem temperature i otapanjem snijega vodostaji u rijekama naglo rastu (mart-april).

3. HIDROMETEOROLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA IZVORIŠTA DRAGALOVCI NA LOKACIJI TE STANARI

U klimatskom pogledu istraživani teren spada u pojas umjereno-kontinentalne klime. Srednja godišnja temperatura iznosi 10.5°C što je uobičajeno za slična područja sa umjereno-kontinentalnom klimom, ovom geografskom širinom i nadmorskom visinom.

Prema podacima o prosječnim padavinama zabilježenim na HMS Doboj, očigledno je da se najobimnije padavine događaju u proljetnim mjesecima, dok je u zimskim mjesecima količina padavina najmanja.

4. GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA TERENA

Stanarski ugljonosni basen spada u grupu pliocenskih basena sjeverno bosanske (unutrašnje) flišne zone i nalazi se na njenom južnom obodu, prema centralnoj ofiolitskoj zoni. Takav položaj uslovio je složenu geološko-tektonsku građu šireg područja bazena i veliku litofacijalnu raznolikost. Prisutne su raznovrsne stijene, tipične za ofiolitsku zonu (serpentiniti, spiliti, dijabazi, doleriti i dr.), zatim trijaski uslojeni i bankoviti krečnjaci, neraščlanjena serija vulkanogeno sedimentnih tvorevina, paleocenskoeocenski laporoviti krečnjaci, miocenski klastični sedimenti, slatkovodni oligocenski sedimenti produktivnog dijela basena i kvartarni sedimenti.

5. ISTORIJAT PRETHODNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Osnovna geološka istraživanja su vršena u više navrata počev od 1950. godine i uglavnom su rađena za potrebe istraživanja Stanarskog ugljonosnog basena.

Intenzivna doistraživanja ležišta izvršena su nakon privatizacije rudnika i osnivanja preduzeća EFT-Rudnik i Termoelektrana Stanari počev od 2005. godine pa do danas. Za potrebe izrade idejnog projekta TE Stanari tokom 2006. godine izvedena su inženjersko-geološka, geofizička i hidrogeološka istraživanja lokacije planirane termoelektrane Stanari.

Cilj ovih istraživanja je bio da se definiše litološki sastav terena i inženjersko-geološke i hidrogeološke karakteristike izdvojenih litoloških sredina koje učestvuju u njegovoj građi za potrebe izrade i nivo idejnog projekta termoelektrane. Za potrebe izrade glavnog projekta TE Stanari tokom 2007. godine izvedena su inženjersko-geološka, geomehanička i hidrogeološka istraživanja.

6. ISTORIJAT PRETHODNIH HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Za potrebe izrade idejnog projekta TE Stanari tokom 2006. godine se započelo sa hidrogeološkim istraživanjima. U tom periodu je izvedeno bušenje, zacjevljenje, ispiranje i testiranje tri pijezometra BP-4, 10 i 11, kao i bušenje jednog istražno-eksploatacionog bunara IB-1. Tokom 2007. godine izvedeno je bušenje, zacjevljenje, razrada i testiranje sedam pijezometara (BP-12, 13, 14, 15, 16, 17 i 18), kao i 2 bunara (B-2 i B-3). U Tabelama 1. i 2. date su karakteristike hidrogeoloških objekata na budućoj lokaciji termoelektrane Stanari.

Tabela 1. Pijezometri

Oznaka pijezometra	Završna dubina (m)	Dužina filtera (m)
BP-4	66.50	6.00
BP-10	70.00	22.00
BP-11	70.00	10.5
BP-12	69.00	8.00
BP-13	71.00	21.00
BP-14	54.00	24.00
BP-15	30.00	8.00
BP-16	40.00	12.50
BP-17	84.00	17.00
BP-18	72.00	15.00

Tabela 2. Bunari

Oznaka bunara	Završna dubina (m)	Dužina filtera (m)
IB-1	67.50	21.00
B-2	70.00	21.00
B-3	70.00	19.00

U Tabeli 3. prikazani su optimalni kapaciteti bunara IB-1, B-2 i B-3 koji su dobijeni na osnovu podataka crpljenja u njihovom pojedinačnom radu.

Nakon pojedinačnih opita crpljenja u periodu od 29.07. do 01.08.2007. godine izveden je spregnuti test crpljenja na bunarima IB-1, B-2 i B-3 sa prva dva kapaciteta, a od 06.08. do 15.08.2007. godine i sa trećim maksimalnim kapacitetom.

Pošto su dobijeni svi potrebni podaci izvršen je proračun stalnih i regulacionih rezervi podzemnih voda izvorišta Dragalovci kod Stanara.

Tabela 3. Optimalni kapaciteti bunara

Oznaka bunara	Optimalni kapacitet dobijen na osnovu kriterijuma dozvoljenih	Projektovani dinamički nivo vode u vrijeme crpljenja	Optimalni kapacitet dobijen na osnovu kriterijuma dozvoljenog sniženja	Projektovani dinamički nivo vode u vrijeme crpljenja
IB-1	8.4	22.55	12.6	
B-2	12.6	28.18	14.1	
B-3	8.37		6.4	25.80

Stalne rezerve podzemnih voda C2 kategorije istraženosti iznose 6,320,317 m³. Regulacione rezerve podzemnih voda (kategorije istraženosti B) iznose 22.5 l/s, odnosno 709,560 m³/godišnje i one spadaju u bilansne rezerve.

7. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE I PROSTORNI POLOŽAJ VODONOSNIH SLOJEVA

U profilu neogenog basena obzirom na hidrogeološka svojstva stijena razlikujemo hidrogeološke kolektore sa intergranularnim tipom poroznosti, dobre i loše vodopropusnosti i hidrogeološke izolatore.

Tabela 4. Hidrogeološka funkcija prisutnih stijenskih masa na širem istražnom prostoru

Hidrogeološka funkcija	Poroznost	Vodopropusnost	Litološki opis
Hidrogeološki kolektori	Intergranularna	Dobra	- aluvijalno proluvijalni i terasni šljunkovi i pijškovi - neogeni šljunkovi i pijškovi
		Slaba	- sedimenti druge i treće riječne terase, zaglinjeni pijškovi i šljunkovi i pjeskovite gline
Hidrogeološki izolatori			- neraščlanjeni sedimenti dijabaz rožen formacije (pješčari, lapori, dijabazi, peridotiti, rožnaci) - neogene gline i lapori - gline - sedimenti riječnih terasa

Ispod humusnog sloja, uglavnom su glinovito-prašinasti sedimenti riječnih terasa te gline i podređeno laporovite gline, debljine od oko 10 do maksimalno 30 m, koji su kao hidrogeološki izolatori, značajni sa ekološkog aspekta zaštite od zagađenja vodom sa površine. U okviru ovog sloja, na dubini oko 4 m, su sedimenti koji imaju funkciju hidrogeoloških kolektora: sloj šljunka i pijeska (aluvijalni, proluvijalni i terasni sedimenti). Aluvijalni, proluvijalni i sedimenti prve riječne terase su zastupljeni na više lokaliteta duž riječnih tokova Ostružnja i Radnja i predstavljeni su dobro vodopropusnim tankim slojevima šljunkova i pijeskova male moćnosti (1 do 2 m).

Tabela 5. Hidrogeološki stub na lokaciji planirane TE Stanari

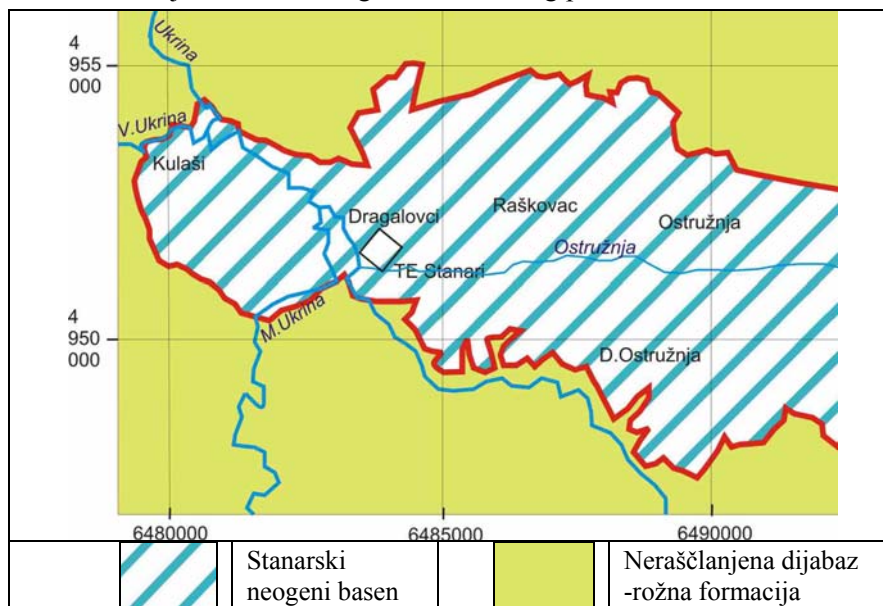
Litostratigrafski opis	Poroznost	Vodopropusnost	Grafički prikaz m.n.v.
<i>Oznaka bušotine:</i>			BP-18
<i>Glina žute boje, pjeskovita (kvartar)</i>	nije izražena	Nije izražena	170 m
<i>Šljunak sitnozrni do srednjozrni</i>	intergran.	dobra	160 m
<i>Glina sa proslojcima uglja, Ugalj, Glina (²P₁¹)</i>	Nije izražena	Nije izražena	150 m
			140 m
<i>Šljunak pjeskovit (¹P₁¹)</i>	intergranularna	dobra	130 m
<i>Šljunak zaglinjen (¹P₁¹)</i>	intergranularna	slaba	120 m
<i>Šljunak srednjozrni i pijesak</i>	intergranul.	dobra	110 m
<i>Lapor (¹P₁¹)</i>		slaba	100 m
<i>Šljunak srednjozrni i pijesak (¹P₁¹)</i>	intergranularna	dobra	90 m
<i>Šljunak zaglinjen (¹P₁¹)</i>	intergranularna	slaba	
<i>Šljunak srednjozrni i pijesak (¹P₁¹)</i>	intergranularna	dobra	

Sedimente druge i treće riječne terase čine slabije vodopropusni zaglinjeni pijeskovi i šljunkovi kao i vodonepropusne gline.

U okviru terasnih sedimenata su formirane izdani, koje zbog male moćnosti vodonosnog sloja sa velikim udjelom glinovite frakcije nemaju značaj za ozbiljnije organizovano vodosnabdjevanje naselja i privrede. Kao dobrovodopropusni sedimenti ističu se neogeni šljunkovi i pijescovi (pliocenske starosti), koji diskordantno leže na čvrstim mezozojskim stijenskim masama i imaju izraženu intergranularnu poroznost. Iz ove izdani vodu dreniraju bunari izvorišta Dragalovci, na lokaciji termoelektrane Stanari, a koji će se koristiti za vodosnabdjevanje termoelektrane.

Ispod vodonosnog sloja neogenih šljunkova i pijeskova je vodonepropusni kompleks stijena dijabaz-rožne formacije koji ima funkciju hidrogeološkog izolatora.

Na osnovu podataka dobijenih geološkim kartiranjem i terenskim istražnim radovima, konstruisan je hidrogeološki stub iz kojeg se vidi da je prisutno više vodonosnih slojeva različite starosti, granulometrijskog sastava i vodopropusnosti. Na Slici 1. vidimo horizontalne granice prostiranja pliocenskog šljunkovito-pjeskovitog vodonosnog sloja. Ovaj neogeni basen je sa sjeverne, zapadne i južne strane ograničen neraščlanjenim kompleksom vulkanogeno-sedimentne formacije jurske starosti, dok se na istoku basen nastavlja daleko izvan granica istražnog prostora.



Slika 1. Granice neogenog šljunkovito-pjeskovitog vodonosnog sloja

Debljina pliocenskog (P_1^1) šljunkovito-pjeskovitog vodonosnog sloja izvorišta Dragalovci, na lokaciji termoelektrane Stanari, je promenljiva, a prema rezultatima bušenja pijezometarskih bušotina, njegova prosječna debljina je 17.8 m. Povlata ovog sloja nalazi se na dubini od 11,1 (BP-15) i 17,9 (BP-14) m na jugu lokacije, a sjeverno od pruge na 43 m dubine (BP-18).

Kvartarni, aluvijalni, proluvijalni i terasni sedimenti prve riječne terase se prostiru na lokaciji izvorišta Dragalovci na dubini 4.5 do 10 m, a horizontalna granica je skoro ista kao i kod neogenog basena.

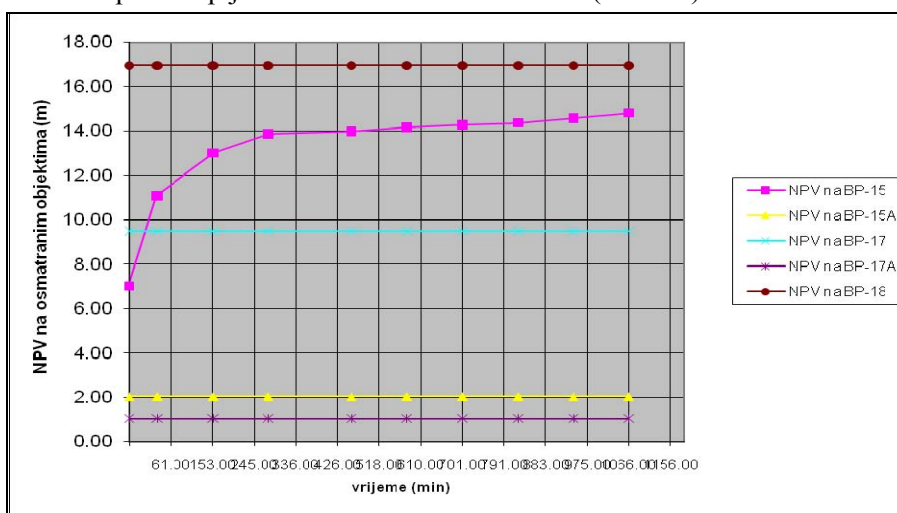
8. RAD NA UTVRĐIVANJU UTICAJA, ODNOSNO HIDRAULIČKE POVEZANOSTI PRVOG I DRUGOG VODONOSNOG SLOJA NA LOKACIJI BUDUĆE TE STANARI

Kako u toku izvedenih hidrogeoloških istraživanja na budućoj lokaciji TE Stanari nije sa sigurnošću utvrđeno da li postoji hidraulička povezanost prvog vodonosnog sloja (kvartarni) i površinskih voda sa pliocenskim vodonosnim slojem iz kog će se vršiti crpljenje vode za potrebe vodosnabdijevanja termoelektrane, u januaru 2008. godine izvedeni su dodatni radovi na ovoj lokaciji koji su trajali 20 sati.

U blizini postojećih pijezometara BP-15 i BP-17 na udaljenosti od oko 0.5 m izbušene su i zacjevljene dvije nove pijezometarske bušotine (BP-15a i BP-17a) do podine kvartarnih šljunkova ručnom dolapskom garniturom.

Pijezometarska bušotina BP-15a je izbušena do dubine 3.7 m, dok je pijezometarska bušotina BP-17a izbušena do dubine 4.5 m.

Prije izvođenja radova izvršeno je mjerenje statičkog nivoa na pijezometrima BP-15, 17 i 18, a po završetku bušenja i na novim bliskim pijezometrima BP-15a i BP-17a. Po završetku radova na bušenju novih plitkih pijezometara izveden je kratkotrajni test crpljenja pijezometra BP-15 uz istovremeno mjerenje nivoa vode na pijezometrima BP-17 i 18 i novim plitkim pijezometrima BP-15a i BP-17a (Slika 2.).



Slika 2. Uporedni dijagram praćenja promjene NPV na pijezometrima BP-15, 15a, 17, 17a i BP-18 na lokaciji buduće TE Stanari u toku izvođenja kratkotrajnog testa crpljenja na pijezometru BP-15 sa $Q=0.5$ l/s

Statički nivo vode u oba plitka pijezometra BP-15a i BP-17a je veoma različit u odnosu na nivo vode u pijezometrima koji su od njih udaljeni svega oko pola metra (BP-15 i BP-17). Čak i nakon testa crpljenja pijezometra BP-15 kapacitetom 0.5 l/s u trajanju od 20 sati nije došlo do pomjeranja nivoa vode u pijezometru BP-15a sa dubine 2.04 m (mjereno od vrha cijevi), kao niti nivoa vode na udaljenijim pijezometrima. Nivo vode je u pijezometru BP-15 je sa 7.04 m dubine opao na dubinu 14.93 m (mjereno od vrha cijevi).

Obzirom da nije uspostavljena hidraulička veza između dva pijezometra na udaljenosti svega 0.5 m a koji zahvataju vodu iz dva vodonosna sloja različite dubine, test crpljenja je prekinut.

9. ZAKLJUČAK

Sagledavajući dobijene rezultate mjerenja može se vidjeti da je u pijezometru BP-15 nivo opao sa 7.04 m dubine na dubinu od 14.93 m (mjerilo se od vrha pijezometarske cijevi), dok je za to vrijeme nivo vode u novom pijezometru BP-15a ostao nepromjenjen od statičkog nivo, tj. ostao je na dubini od 2.04 m.

Kako ni nakon 20 sati intenzivnog crpljenja nije dolazilo do promjene nivoa u BP-15a, a takođe je stanje nivoa podzemnih voda i na ostalim mjernim mjestima ostalo isto.

Očigledno da uz prisustvo vode dolazi do bubrenja sloja gline, čija debljina prelazi moćnost od 10 m, pri čemu zidovi bušotine vrše pritisak na pijezometarske pune cijevi iznad filtera. Tako očigledna razlika u nivoima podzemnih voda u ovim pijezometrima dokazuje da u zoni lokacije za buduću termoelektranu Stanari nema uticaja, odnosno nema hidrauličke povezanosti između prvog vodonosnog sloja sa dubljim vodonosnim slojem iz kog će se vršiti crpljenje vode za vodosnabdijevanje termoelektrane.

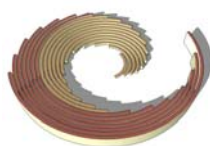
Literatura

1. Novaković V., (2007), *Elaborat o rezervama i kvalitetu pitke i industrijske vode ležišta Dragalovci kod Stanara*, opština Doboj, Bijeljina
2. Novaković V., *Izveštaj o testiranju veze između kvartarnog i pliocenskih vodonosnih slojeva na lokaciji termoelektrane Stanari*, opština Doboj

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

UPRAVLJANJE RIZICIMA NA RUDARSKOM PROJEKTU

MINING PROJECTS RISK MANAGEMENT

Mitrović S.¹

Apstrakt

Rudarske projekte po pravilu prati veliki broj geoloških, tehnoloških, tehničkih, ekonomskih, ekoloških, socijalnih i finansijskih rizika. Niko unapred, precizno i sa sigurnošću ne može znati koliki će značaj imati na realizaciju projekta bilo koji od pomenutih rizika i kolika će biti pouzdanost realizacije pojedinih projektnih aktivnosti, kao i samog projekta u celini.

Upravljanje rizicima na rudarskom projektu posebno dobija na značaju ako se zna da su, zajedno svi rizici na projektu istovremeno i nepoznanice koje determinišu vrednost projekta.

Abstract

Mining projects by the rule, follows with large number of geological, technological, technical, economical, social and financial risks. No one can precisely know in advance and with certainty, which of the mentioned factors will influence to the realization of the project and what will be the reliability of individual project activities realization as well as the whole project.

Risk management at mining object especially gains to its importance if we know all risk factors and unknown variables which determine the value of the project.

¹ Slobodan Mitrović, dipl. inž. rud., JP Elektroprivreda Srbije, Vojvode Stepe 412, Beograd

1. UVOD

Kontrola rizika je nužna za uspešno izvođenje projekta posebno kada je reč o rudarskim projektima. Većina razloga za neuspeh projekta je u nedovoljnom praćenju problema koji nastaju u svim fazama životnog ciklusa projekta. Kod velikih, obuhvatnih, kompleksnih ili inovativnih projekata, kakvi su najčešće rudarski projekti, postoji velika verovatnoća da su izloženi visokom stepenu rizika u svim projektnim fazama.

Rizik je, opšte definisan kao *moгуćnost nepoželjnih posledica budućih događaja*. Njegove uzroke moguće je tražiti u nekom od sledećih faktora rizika: nadzor, podaci i resursi (novac, vreme, geologija, veštine i oprema). Previše ili premalo bilo kog od ovih faktora predstavlja rizik (na primer: imati premalo podataka znači nesposobnost da se efikasno odlučuje, dok višak podataka otežava efikasnu analizu).

Efikasnost upravljanja rizicima zavisi od identifikacije uzroka rizika i od nadzora, koji se sprovodi nad tim uzrocima. Sprečavanje ili smanjivanje uzroka rizika je efikasniji način upravljanja rizicima, nego analiza i otklanjanje posledica neželjenih događaja.

2. UPRAVLJANJE RIZICIMA KOD REALIZACIJE RUDARSKIH PROJEKATA

Rudarski projekti po pravilu su veliki i kompleksni, pa je zbog toga neophodno u mnogo slučajeva predvideti neuobičajene i nesvakidašnje faktore koji prouzrokuju rizik. Ovakvi projekti u osnovi imaju dve vrste rizika:

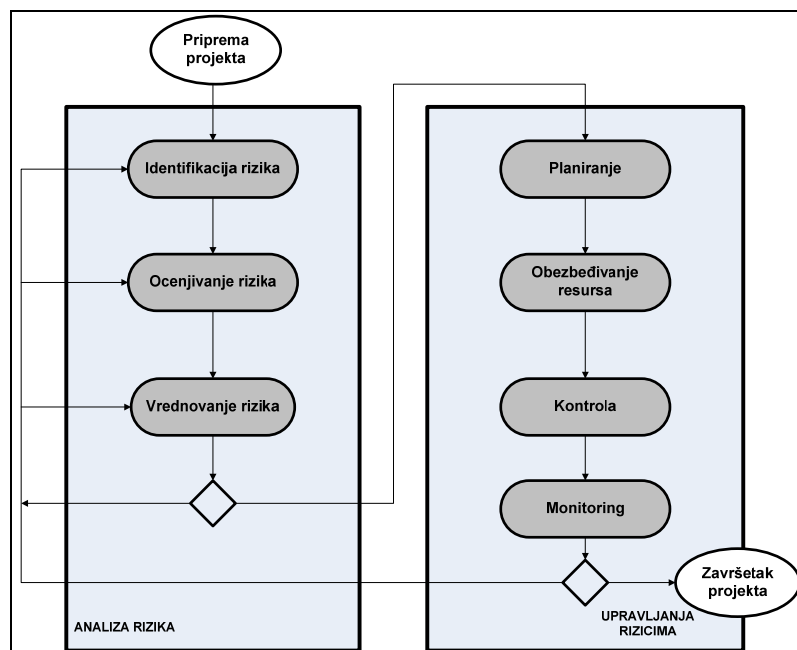
- Poslovni rizik, koji predstavlja opasnost da konačni rezultati projekta neće doneti očekivane koristi.
- Projektni rizik, predstavlja rizik da ciljevi projekta ne budu postignuti u dogovorenim rokovima i sa dogovorenim troškovima.

2.1. Analiza rizika

Aktivnosti na prevazilaženju potencijalnih rizika mora da se sprovede u kontinuitetu tokom trajanja projekta. Posebna pažnja se posvećuje analizi rizika i aktivnostima planiranja u nadzornim tačkama projekta. Na Slici 1. prikazan je model procesa analize rizika i model procesa upravljanja rizicima. Model faze analize rizika čine tri procesne aktivnosti: identifikacija, ocenjivanje i vrednovanje rizika.

Rezultati analize rizika koriste se kao osnova za upravljanje rizicima. Bez razumljivih i sigurnih podataka o prirodi rizika, postoji mogućnost, da sve dalje aktivnosti na realizaciji projekta budu neefikasne ili čak besmislene. Pristup ka savlađivanju rizika je repetitivan. Prvi krug repeticije identifikuje zapažene rizike, koji će postati manje ili više važni, kad se ciklus potpuno ponovi.

Analiza rizika je usredsređena na identifikovanje, definisanje i ocenjivanje rizika. Da bi se razumelo kako je rizik bitan za projekat, potrebno je oceniti verovatnoću njegovog pojavljivanja i njegove posledice. Ta procena može biti ograničena na kvalitativan opis, koji u mnogo slučajeva zadovoljava.



Slika 1. Model procesa analize rizika i model procesa upravljanja rizicima

Verovatnoća i posledica rizika mogu biti kvantifikovani i tako poslužiti za detaljniju analizu. Proces analize rizika obuhvata tri procesne aktivnosti:

- Identifikacija rizika - inicijalizacija spiska svih potencijalnih rizika na projektu;
- Ocena rizika - određivanje važnosti rizika na osnovu ocene verovatnoće pojavljivanja rizika i posledica rizika za projekat;
- Vrednovanje rizika - odluka, da li je stepen svakog rizika (ne) prihvatljiv.

U slučaju neprihvatljivosti rizika potrebno je doneti mere, koje rizik čine prihvatljivijim.

U Tabeli 1. prikazani su neki od rizika koji se mogu pojaviti na projektu. Za analizu rizika vrlo je važno da organizacija prikuplja iskustva sa projekata i praktično formira bazu rizika koja se koristi za buduće projekte.

2.2. Upravljanje rizicima na rudarskom projektu

Upravljanje rizicima na rudarskom projektu obuhvata sledeće glavne aktivnosti: planiranje, obezbeđivanje resursa, kontrola i monitoring. Obzirom da se proces eliminacije ili smanjenja rizika obavlja paralelno sa drugim projektnim aktivnostima, upravljanje rizikom praktično započinje u fazi planiranja projekta i to procesnom aktivnošću planiranja, kada se identifikuju i vrednuju rizici i planiraju mere za njihovu eliminaciju i nastavlja se kroz celi životni ciklus projekta.

Tabela 1. Potencijalni rizici na projektu

Opis rizika	Verovatnoća nastanka rizika	Posledica	Predlog načina eliminacije rizika
Unutrašnji rizici			
Projekat neće biti odgovarajuće vođen.	srednja	Projekt će biti završen sa kašnjenjem, ukupni troškovi projekta će biti veći.	Voda projekta će pre startovanja pregledati razvoj projekta sa saradnikom koji je pre njega vodio slične projekte, koji su bili dobro ocenjeni i uspešno zaključeni.
Zauzetost ključnih kadrova na drugim projektima	Srednja	Produženje rokova projekta i otežana saradnja između ljudskih resursa.	Obaveštenje vodstvu o preuzetosti i zashtev za preraspodelu zadataka ljudskih resursa, koji učestvuju na projektu.
Neodgovarajući prioritet projekta.	Srednja	Nezavršavanje projekta po terminskom planu.	Podizanje značaja projekta na najviši nivo.
Predviđeni troškovi će se povećati.	Velika	Nezavršavanje projekta po planu troškova.	Za smanjenje pomenutog rizika potrebno je stalno praćenje troškova na projektu.
Konačni rezultati projekta nisu usaglašeni sa ciljevima.	Niska	Kašnjenje u korišćenju rezultata projekta.	Kontinualno praćenje rezultata projekta i usklađenost sa ciljevima.
Spoljni rizici			
Promena zakonodavstva	Niska	Moguća kod nekih aktivnosti, postoji mogućnost kašnjenja celog projekta.	Stalno praćenje područja zakonodavstva i obaveštavanje projektnog tima o promenama koje se možda spremaju.
Promena projektnih ciljeva	Srednja	Kašnjenje u primeni rezultata projekta.	Projektni ciljevi mogu se menjati samo u fazi inicijalizacije projekta..
Okolina neće biti spremna na primenu rezultata projekta	Visoka	Kašnjenje u primeni rezultata projekta ili čak odustajanje od projekta.	Promotivnim aktivnosti i lobiranjem pripremiti okolinu na rezultate projekta pre implementacije i primene rezultata projekta.

Upravljanje rizicima je slično upravljanju u drugim situacijama i zahteva ciljeve, planove, resurse, kontrolu i monitoring. Vrlo je važno da projektni tim upravljanje rizicima ne posmatra kao odvojenu odgovornost projekt menadžera, nego kao deo, koji je potpuno uključen u njihove zadatke i dužnosti. Aktivnosti, koje proizilaze iz upravljanja rizicima treba da su usklađene sa ostalim aktivnostima projekta, koje proizilaze iz sadržajnih i tehničkih zahteva.

Glavni cilj izrade plana upravljanja rizicima je da definiše sve u vezi potencijalnih rizika, koje aktivnosti treba preduzeti da oni budu eliminisani ili smanjeni i ko je odgovoran za te aktivnosti.

2.3. Implementacija upravljanja rizikom na rudarskom projektu

Kod implementacije upravljanja rizikom nema standardizovanog pristupa i to pre svega zbog prirode rizika i ocenjivanja rizika. Međutim, postoji dobra praksa (praksa drugih na različitim projektima) koja može da usmerenja koja treba uključiti u upravljanja rizicima na projektu. U svakom slučaju potrebno je kod svakog uvođenja upravljanja rizikom pripremiti uputstvo, koje će u osnovi obezbediti ujednačen pristup, ali će istovremeno u pojedinačnim slučajevima, svaki slučaj biti dodatno definisan specifičnostima samog slučaja. Uvođenje upravljanja rizicima na rudarskom projektu izvodi se na dva nivoa:

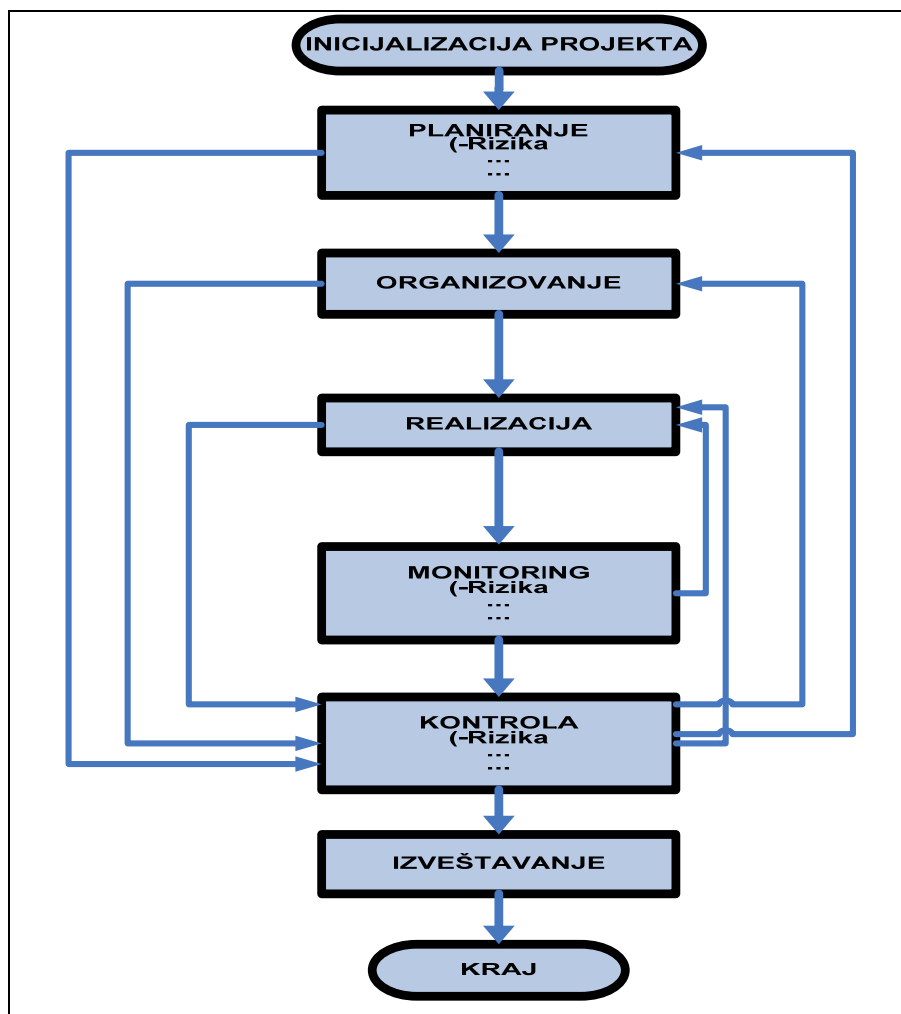
- na nivou rudarske organizacije - kod uvođenja upravljanja rizicima na nivou organizacije, malo je verovatno, bez promena upotrebiti sistem koji je bio upotrebljen negde ili je opisan u literaturi. Svaki organizacioni sistem je u osnovi drugačiji i mora implementirati upravljanje rizicima, koje odgovara njegovim potrebama i odražava postojeće prioritete i poglede na rizik.
- na nivou projekta - pristup upravljanju rizicima mora biti na osnovu opštih usmerenja, koja važe za ceo organizacioni sistem, ali prilagođen svakom projektu pojedinačno.

Kod oblikovanja pristupa upravljanja rizicima na projektu potrebno je uvažiti brojne faktore. Najčešće, ti faktori su:

- Razvojni pristupi koji se upotrebljavaju.
- Veličina i kompleksnost projekta (troškovi, vremenski raspored, zahtevane veštine, broj korisnika, svi ograničavajući faktori na projektu, ...).
- Važnost projekta ili rezultata projekta.
- Krajnji rokovi.
- Stabilnost organizacije projekta.
- Kadrovi (da li je na raspolaganju dovoljno iskusnog kadra).
- Stepen uključenosti svih zainteresovanih strana.

Svi pomenuti faktori pomažu u definisanju sadržaja procesa upravljanja rizicima i određivanje do kog hijerarhijskog nivoa u organizaciji projekta će sam proces biti implementiran.

Na Slici 2. prikazan je model implementacije upravljanja rizikom u proces upravljanja rudarskim projektom.



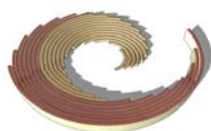
Slika 2. Model implementacije upravljanja rizikom u proces upravljanja rudarskim projektom

3. ZAKLJUČAK

Kod velikih, obuhvatnih, kompleksnih, inovativnih i stohastičnih projekata, kakvi su najčešće rudarski projekti, postoji velika verovatnoća da su izloženi visokom stepenu rizika u svim projektnim fazama. Upravljanje rizicima na rudarskom projektu obuhvata sledeće glavne aktivnosti: planiranje, obezbeđivanje resursa, kontrola i monitoring. Obzirom da se proces eliminacije ili smanjenja rizika obavlja paralelno sa drugim projektnim aktivnostima, upravljanje rizikom praktično započinje u fazi planiranja rudarskog projekta kada se identifikuju i vrednuju rizici i planiraju mere za njihovu eliminaciju i nastavlja se kroz sve projektne faze.

Literatura

1. Del Cano A., and M. P. de la Cruz, (2002), *Integrated methodology for project risk management*, Journal of Construction Engineering and Management ASCE
2. Project Management Institute, Inc., (2004), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK guide* - Third edition, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
3. Rozman, L.I. (2001), *Measuring and managing the risk in mineral resources and ore reserve estimation*, The AusIMM Guide to Good Practice, The Australian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne
4. Torries, T.F. (1998), *Evaluating mineral projects: applications and misconceptions*, Society for Mining Metallurgy and Exploration (SME), Denver



KOMBINOVANI TRANSPORT I UTOVARNI BUNKERI

COMBINED TRANSPORT AND LOADER HOPPERS

Moranjkić I.¹, Begić A.²

Apstrakt

I novi i stari rudnici pokazuju obnovljeni interes za drobljenje i transport transporterima, kao dobru alternativu tradicionalnom kamionskom transportu iz površinskih kopova. Kombinovani transport u sistemu bager-kamion-polumobilna drobilica-traka-odlagač (B_K KDTO), sa pojavom polumobilnih valjkastih drobilica koje imaju niz prednosti u odnosu na druga drobilična postrojenja za ovu namjenu, čine ovu kombinaciju u današnje vrijeme veoma interesantnom.

U radu je dat kratak pregled izbora drobiličnog postrojenja u odnosu na veličinu ulaznog komada, zahtijevani kapacitet i vrstu materijala koji se drobi, a uz postrojenje i način doziranja materijala do drobilice, kao i način prihvata materijala iz kamiona. Takođe, dat je kratak pregled svjetskih rješenja iz ove oblasti sa težištem na prijemnim bunkerima odnosno sa prvim članom u seriji (bunker-dodavač-drobilica).

Obzirom da su valjkaste drobilice niskoprofilne sa mogućnošću korištenja jeftinijih prihvatnih bunkera, u rudarskom institutu u Tuzli je razrađena varijanta sa jednom vrstom bunkera sa stvaranjem tzv. kvazi bunkera, koji zahtijevaju manju utovarnu visinu istresanja, manje građevinske radove i jeftiniju izgradnju i ono što je najbitnije mogućnost češćeg premještanja.

¹ mr Idriz Moranjkić, dipl. inž. rud., Rudarski institut Tuzla d.d., Bosna i Hercegovina

² mr Asim Begić, dipl. inž. maš., Rudarski institut Tuzla d.d., Bosna i Hercegovina

Abstract

Both new and old mines show a renewed interest in crushing and conveyors transport, as a good alternative to traditional truck transport from surface mines. Combined transport system shovel-truck-movable crusher-conveyor-spreader (B_K KDTO), with the emergence movable part cylindrical grinder with a number of advantages compared to other crushing plants for this purpose, make this combination in today's very interesting.

The paper gives a brief summary of the crusher in relation to the size of the input pieces, required capacity and type of material is crushed and the plant material and dosage to the crusher, and how accepting material from the truck. Also summarizes the global solutions in this area, focusing on the entrance to the bunkers or the first article of the series (bunker-feeder-breakers).

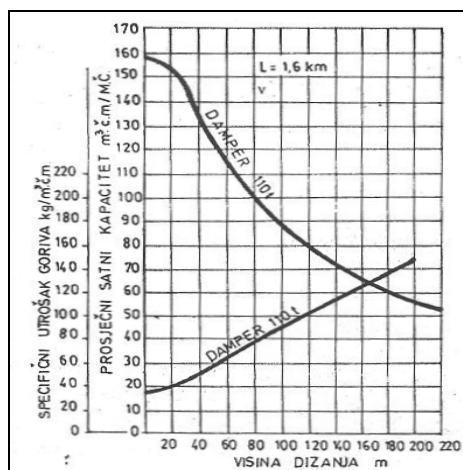
Since the roller crusher low profile with the possibility of cheaper reception bunker, in the Mining Institute in Tuzla has developed a variant with a kind of bunker with the creation of so-called quasi bunkers that require a smaller load-dump height, less construction and less expensive construction and importantly the ability frequent moves.

1. UVOD

Kamionski transport kao najmobilniji, primjenljiv je za sve, pa i vrlo složene uslove zalijeganja ležišta, obezbjeđuje visok tempo produbljavanja površinskog kopa, manji obim investicione otkrivke i sl. Sa povećanjem dužine, ekonomičnost kamionskog transporta opada. Kod vožnje po usponu iz dubokih površinskih kopova ekonomičnost kamionskog transporta još brže opada (Slika 1.).

Sve veća dubina površinskih kopova, veliki usponi, i sve veća udaljenost odlagališta nametnuli su problem uvođenja kombinovanog transporta kao prioritetan zadatak. U rudarskoj praksi, a što je potvrđeno na niz stručnih i naučnih skupova, kombinovani transport otkrivke i mineralne sirovine smatra se osnovnim pravcem tehnološkog progressa.

To se u prvom redu odnosi na ležišta sa čvrstim i srednje čvrstim stijenama u površinskoj eksploataciji, a sa ciljem uvođenju ekonomičnijeg transporta većih količina otkrivke najčešće na vanjska odlagališta.



Slika 1. Ekonomičnost kamionskog transporta

Na osnovu dosadašnjih naučnih istraživanja kao najefikasniji oblik transporta za duboke površinske kopove sa srednje čvrstim pratećim stijenama definisani su sljedeći oblici kombinovanog transporta:

- kombinacija, bager-kamion-drobilica-traka-odlagač (B_K KDTO),
- kombinacija, bager-mobilno drobilčno postrojenje-traka-odlagač (B_K DTO),
- kombinacija, otkopna mašina (glodač tipa Wirtgen ili sl.) - kamion-pretovarno postrojenje-traka-odlagač.

Primjena kamionskog transporta je bila skoro isključiva do sada za srednje čvrste i čvrste stijene koje sačinjavaju otkrivku većine površinskih kopova mrkog uglja i metala (Banovići, Đurđevik, Ugljevik, Pljevlja, Bor, Majdanpek, Ljubija, Vareš, Vlasenica). U novije vrijeme na dijelu ovih površinskih kopova u primjeni su kombinovani sistemi transporta.

2. TEHNIČKO RJEŠENJE PRIMARNOG DROBLJENJA

Kod izbora drobilnog postrojenja neophodno je analizirati mnoge uslove koje treba uzeti u obzir prilikom izbora drobilice. U stručnoj literaturi se navode mnoga pitanja koja treba razmotriti kod izbora drobilice. Sa aspekta projektanta izbor vrste drobilica za primarno usitnjavanje uglja vezan je za tri osnovna parametra: čvrstoću materijala koji se drobi, očekivanu krupnoću ulaznih komada i potrebni jedinični kapacitet drobilice.

U Tabeli 1., dati su dijagrami iz kojih se može sagledati primenljivost pojedinih vrsta drobilica koje se uobičajeno koriste za primarno drobljenje najšireg spektra mineralnih sirovina. Pri izboru se koristi princip eliminisanja pojedinih vrsta drobilica prolazeći kroz parametre date u Tabelama 1, 2. i 3.

Izbor započinje od potrebne sile za usitnjavanje. Kako je otpornost usitnjavanju ugljeva, stena koje ih prate i interslojne jalovine uobičajeno ispod 50 Mpa (Tabela 1.), a vidljivo je da se mogu koristiti sve četiri vrste drobilica koje se koriste za primarno drobljenje, ali i da je primjena kružnih drobilica neprimjerena jer se one prvenstveno koriste za vrlo čvrste stene. Dakle, u pogledu obezbeđenja sile veće od otpornosti na usitnjavanje prihvatljive su čeljusne (u praksi se ređe koriste), udarne i drobilice sa valjcima.

U pogledu krupnoće ulaznih komada, iskazano preko gornje granične krupnoće i učešća pojedinačnih komada ekstremne krupnoće, kao očekivane treba razmatrati krupnoće iznad 1,000 mm. Saglasno ovome, a prema Tabeli 2., korišćenje čeljusnih drobilica je problematično, što izbor vrste svodi na primenu udarnih i drobilica sa nazubljenim valjcima.

Treći parametar, jedinični kapacitet drobilica, dat u Tabeli 3., iz koje se vidi široki dijapazon primenljivosti i udarnih i drobilica s valjcima. Pri tome je jasno da su za veće kapacitete prikladnije drobilice sa valjcima.

Tabela 1. Primenljivost pojedinih vrsta drobilica u zavisnosti od vrste stijene koja se drobi

Grupa stijena	Tipični predstavnici	Čvrstoća na pritisak (MPa)	Droblilica			
			Kružna	Čeljusna	Udarna	Sa valjcima
Ekstremno čvrste stijene	Bazalti, dijabazi, dioriti, sijeniti, andeziti, kvarciti	200				
Vrlo čvrste stijene	Granodioriti, graniti, sijeniti, daciti, tvrdi krečnjaci itd	100 ÷ 200				
Čvrste stijene	Peščari, rude gvožđa, rude bakra, tvrdi lignit	50 ÷ 100				
Umjereno čvrste stijene	Mekani krečnjaci, travertini, ugalj , boksit, glina, so, gips	12.5 ÷ 50				
Umjereno meke stijene	Lignit , glina, čvrsti laporci	5 ÷ 12.5				
Meke stene	Glinoviti peščari, laporovite gline, tufitične gline, kreda	1.25 ÷ 5				
Vrlo meke stijene	Glinoviti peščari, trošni krečnjaci, glinoviti laporci	1.25				

Napomena: – preporučena upotreba, – moguće, ali nije preporučljivo

Tabela 2. Primenljivost vrsta drobilica u zavisnosti od krupnoće ulaznog komada

Krupnoća na ulazu, mm	Droblilica			
	Kružna	Čeljusna	Udarna	Sa valjcima
< 500				
500 - 750				
750 - 1000				
1000 - 1250				
1250 - 1500				
> 1500				

Napomena: – preporučena upotreba, – moguće, ali nije preporučljivo

Tabela 3. Primenljivost pojedinih vrsta drobilica u zavisnosti od potrebnog kapaciteta

Kapacitet, t/h	Droblilica			
	Kružna	Čeljusna	Udarna	Sa valjcima
< 500				
500 - 1000				
1000 - 2000				
2000 - 4000				
> 4000				

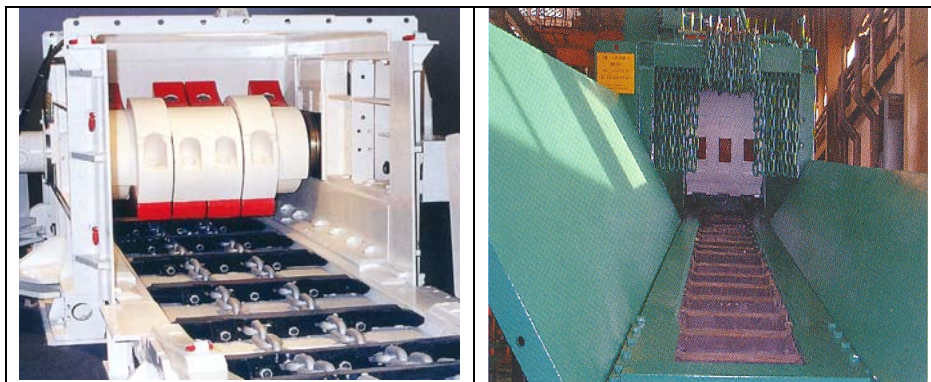
Napomena: – preporučena upotreba, – moguće, ali nije preporučljivo.

Dakle, za primarno drobljenje ugljeva, i otkrivke određenih geomehaničkih karakteristika, prednost imaju udarne i drobilice sa nazubljenim valjcima. Iste vrste drobilica se koriste i za više stepene drobljenja.

Dodatne parametre za izbor, kao što su potrošnja energije po toni izdrobljenog materijala, obim i troškovi održavanja, odnos između investicionih i troškova održavanja, visina siluete, uslovi nabavke, cijena, lično iskustvo, tradicija itd., treba razmotriti, ali poslije eliminatornog izbora prihvatljive vrste drobilice.

Prijedlog novog rješenja kompleksnog problema kombinovanog transporta uglja treba tražiti u nabavci polumobilne protočne jednovaljkaste drobilice sa udarnim gredama. Takođe, nije isključena ista takva drobilica sa ozubljenim valjkom, odnosno udarnim pikovima (zubima) po obodu valjka, koja će zadovoljiti sve zahtjeve po najvažnijim kriterijumima optimalnosti u lokalnim uslovima, uz punu garanciju proizvođača drobilice. Prednosti polumobilnih protočnih jednovaljkastuh drobilica sa udarnim gredama/pikovima ogledaju se u sledećim karakteristikama:

- horizontalni tok materijala koji se drobi, bez dodatne potrošnje energije,
- vrlo visoki učinci čiji kapacitet prelazi 1,000 t/h,
- nema opasnosti lijepljenja ili začepljenja drobilice,
- jednostavna, laka i kompaktna konstrukcija
- visok stepen mobilnosti,
- ne veliki zahtjevi za izradom armirano-betonskih ili metalnih konstrukcija za prijema materijala,
- nema potrebe za izradom velikih rampi za navođenje mehanizacije,
- nema potrebe za izradom bunkera,
- automatizovana kontrola i upravljanje drobilicom i kompletnim postrojenjem,
- mogućnost promjene smjera okretanja rotora drobilice,
- maksimalna zaštita rotirajućim dijelovima drobilice
- mogućnost prijema i najvećih komada,
- niski troškovi održavanja,
- visok stepen pouzdanosti u radu.



Slika 1. Izgled primarne drobilice sa udarnim gredama i dva tipa dodavača

Doziranje uglja do drobilice vrši se grabuljastim, pločastim ili člankastim transporterom, u zavisnosti od niza prirodnih, tehničkih i organizacionih uslova na kopu i zahtjeva kupca.

Ovaj tip drobilica ima izuzetno dobre performanse koje se u prvom redu odlikuju po visokom kapacitetu i izvanrednom stepenu pražnjenja koji se kreće do skoro stopostotnog procenta.



Slika 2. Izgled protočne jednovaljkaste drobilice



Slika 3. Izgled polumobilne drobilice sa pikovima

Druge mogućnost je u izboru, takođe, polumobilne jednovaljkaste drobilice sa nazubljenim valjkom, (valjak sa pikovima) koja ima dobre konstruktivne parametre. Ovaj tip drobilica uspješno se koristi za drobljenje potaša, kamene soli, gipsa, sinterovane šljake i uglja. Za rad sa ovim tipom drobilica primjenjuju se grabuljasti, pločasti ili člankasti dodavači masivne izrade. Jedna od mogućih varijanti dodavača prikazana je na Slici 1. i 2.

3. POLUMOBILNA DROBILIČNA POSTROJENJA

U predhodnom poglavlju dat je prijedlog načina izbora semimobilnog drobiličnog postrojenja koje treba da zadovolji potrebne uslove rada na površinskom kopu. Konačan izbor naravno treba da izvrši Investitor na bazi ponuđenih tehničkih rješenja i komercijalnih uslova.

Polumobilno drobilično postrojenje se sastoji se od rotacione protočne drobilice sa udarnim čekićima na glavi rotora, dvolančanog grabuljastog transportera i limenih pontona za nošenje pri radu i izmještanju postrojenja na novu lokaciju. Prije postavljanja drobiličnog postrojenja neophodno je građevinski pripremiti teren za prihvatanje istrešenog materijala iz kamiona. Da bi se ostvario projektovani kapacitet neophodno je osigurati direktno istresanje na grabuljasti transporter i protok punim profilom drobilice. To pretpostavlja 20 istresanja kamiona na čas ili radni ciklus istresanja kamiona svakih 3 minuta. Projektovani kapacitet kontinuiranog transporta (grabuljar, drobilica i transporter sa trakom) direktno će zavisi od dinamike istresanja i drobljenja. Pristupni putevi za kamione treba da omogućavaju nesmetani prilaz i istovar svaka 3 minuta.

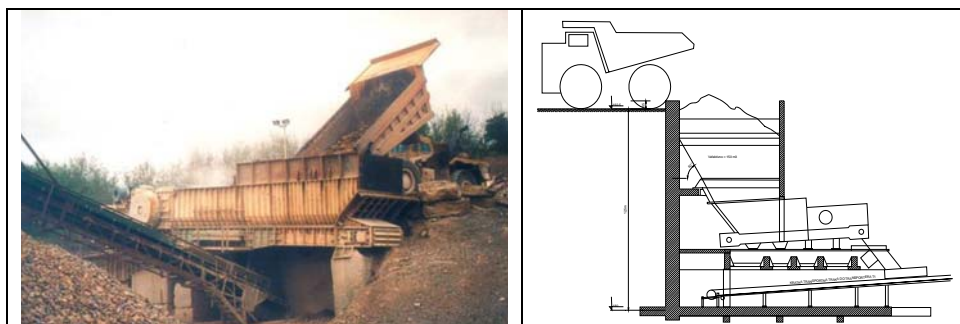
Pogon drobilice ostvaruje se preko klinastog remena na rotor sa udarnim čekićima. Efekat drobljenja čekića zavisi od njihove kinetičke energije koja je direktno proporcionalna masi i kvadratu obodne brzine čekića. Maksimalna veličina komada je $1,200 \times 1,200 \times L$ mm, a izlazna granulacija 0-300 mm što predstavlja stepen drobljenja 4 ($1200 : 300 = 4$). Dužina L označava mogućnost drobljenja komada većih od 1,200 mm. Broj obrtaja rotora drobilice iznosi 300 ob/min što na prečniku rotacije \varnothing 1,400 mm obezbijuje obodnu brzinu čekića od 22 m/s. Da bi se spriječila blokada rotora ugrađena je sigurnosna lamelasta spojnica koja limitira opterećenje i održava prenosni moment za vrijeme kratkih opterećenja bez prekida procesa. Brzina rotacije rotora drobilice senzorski je kontrolisana tako da je spriječeno preopterećenje. Ako rotacija usporava reducira se dotok materijala sa grabuljara. Brzina kretanja lanca grabuljara može se podešavati pomoću frekventno podesivog elektromotora. Pogonska remenica drobilice dimenzionisana je za peglanje neravnomjernog opterećenja drobljenja, što obezbijuje bolje uslove rada pogonskog elektromotora. Ukoliko u procesu drobljenja brzina rotacije opada, brzina lanca grabuljara se smanjuje da bi se osiguralo drobljenje i protok materijala. Regulirani pogon grabuljara, preko senzora omogućavaju sinhronizaciju i automatizaciju procesa drobljenja.

Grabuljar je dvolančani robusne konstrukcije osposobljen da primi na sebe sav istrešeni ugalj i dozira ga preko reguliranog pogona u drobilicu. Dužina grabuljara iznosi min. 17.70 metara, što je dovoljno za smještaj drobilice i istresanje kamiona kapaciteta 100 t. Dno grabuljara je debljine 40 mm izrađeno od manganskih čelika da bi izdržalo udare velikih komada i habanje pri izvlačenju uglja. Prekidna sila lanca iznosi 3,000 kN.

Visina zazora između drobilice i dna grabuljara reguliše se podmetanjem ploča. Izmeštanje na novu lokaciju vrši se povlačenjem kompletnog postrojenja pomoću buldozera. Na pontonima su predviđene uške i svornjaci za hvatanje i povlačenje pomoću čeličnog užeta. Zavisno od proizvođača, drobilica i grabuljar imaju mala odstupanja u tehničkim karakteristikama koje treba analizirati u toku izbora. Na slijedećim slikama prikazana su neka od izvedenih rješenja sličnih drobiličnih postrojenja.



Slika 4. Istresište drobiličnog postrojenja postavljenog direktno na tlo (RITE Gacko)



Slika 5. Drobilično postrojenje s usipnim košem

4. IZBOR NAČINA PRIJEMA MATERIJALA

4.1. Tipovi i vrste dodavača

Dotur uglja od istresišta do drobilice vrši se transporterima koje nazivamo dodavačima i oni su vrlo važan segment postrojenja. Zbog toga treba izabrati takvu vrstu i tip dodavača koji će zadovoljiti vrlo teške uslove rada koji su prisutni kod ove vrste transporta. Dodavači koji dopremaju ugalj do drobilice mogu biti konstruisani prema sledećim modelima i tipovima:

- sa ukrštenim ramom,
- ugaonom transportom,
- jednolančani i dvolančani grabuljasti transporter,
- po licenci HB,
- simetričnim rinama,
- člankasti transporter,
- pločasti transporter.

Poznata njemačka firma Halbach&Braun proizvodi modele dodavača koji su se pokazali vrlo pouzdanim i sa velikim kapacitetom, čije su karakteristike prikazane u Tabeli 4.

Tabela 4. Modeli dodavača firme Halbach & Braun

Standardna izvedba	Debljina lima (mm)	Širina transportera (mm)	Kapacitet transporta (t/h)
HB-170	14	440	300
HB-227	30	732	1000
HB-260	35	864	1600
HB-280	40	1000	2500
HB-320	50	1200	3500

Pogon dodavača konstruktivno je riješen reduktorima sa jedne ili obje strane drobilice-jednostrani ili dvostrani pogon, što je zavisno od kapaciteta dodavača i naručioca. Određenu prednost ima dvostrani pogon dodavača zbog većeg iskorištenja snage motora i što se kod zamjene i opravki na jednom od pogona ne zaustavlja rad dodavača, odnosno, postrojenja.



Slika 6. Izgled grabuljastog dodavača

Do sada raspoloživa rješenja sastojala su se ili od mobilnih drobiličnih postrojenja gdje utovarač direktno puni usipni koš, ili od pumobilnih postrojenja do kojih materijal dovozi flota kamiona.

DTMS premoštava ove situacije tako što uvodi interfejs za kamione koji je potpuno mobilan, čime se zadržava velika fleksibilnost rudarskih operacija sa kamionskim transportom, a troškovi rada se drže nisko jer se većina transporta obavlja gumenim transporterima. Podizne pretovarne korpe koje su sastavni dio uređaja eliminišu potrebu za skupim zemljano-betonskim rampama koje su obavezne kod pumobilnih sistema u kopu, a ujedno reduciraju vrijeme ciklusa kamiona. Kako kop napreduje DTMS sistem se pomiče (tipično u toku jedne smjene) i drobljenje se nastavlja.

Postoje dvije osnovne konstrukcije DTMS sistema. Prvi ima samopogonjene gusjenice, dok drugi ima podizne cilindre na svakom uglu pa se premještanje vrši klasičnim niskim traktorima. Ova druga verzija pravi se za kopove gdje ima više DTMS sistema, pošto se koristi samo jedan transporter.

Prema navodima kompanije, ovo je jedini uređaj za istresanje kamiona koji se može povezati na teleskopski produživi transporter pošto DTMS nije fiksiran za jednu lokaciju zemljanim rampama i potpornim zidovima. Dodatno, DTMS može signifikantno smanjiti broj kamiona potrebnih za opsluživanje više iskopa pošto osigurava potrebnu fleksibilnost uz istovremenu mobilnost i visoku produktivnost kakvu imaju klasični sistemi sa pokretnim trakama. Kad se uspoređuju vremena potrebna za relokaciju i troškovi povezani sa tim, između DTMS i postojećih sistema sa pumobilnim drobilicama, RAHCO tvrdi da DTMS ima jsnu prednost. Vrijeme pomjeranja na novu lokaciju mjeri se satima umjesto sedmicama, a pošto su troškovi srazmjerni utrošenom vremenu, jasno je da se radi o velikim uštedama.

4.2. Svjetska iskustva i rješenja u izboru načina pretovara

Thyssen Krupp Fördertechnik (TKF)

Thyssen Krupp Robins je američki ogranak Thyssen Krupp Fördertechnik (TKF), velike njemačke industrijske grupe koja proizvodi širok asortiman opreme za drobljenje, kao i sve druge opreme za rudarstvo i procesnu industriju. TKF je u zadnjih 50 godina instalirao više od 200 mobilnih i pumobilnih IPCC sistema. U zadnje vrijeme narudžbe tendiraju k potpuno mobilnim postrojenjima, ali klijenti koji eksploatiraju tvrde stijene također pokazuju interes za visokokapacitetene pumobilne sisteme. Kakogod, trenutno u zapadno-američkim rudnicima bakra radi jedan TKF pumobilni sistem sa giro-drobilicom 1,500*2,800 mm, koji rutinski postiže kapacitet od 10,000 t/h.

Interes za visoke kapacitete dolazi kao direktan odraz interesa rudara za ekonomijom koja dolazi iz masovnosti, pošto koeficijent otkrivke u starijim rudnicima raste, i sve više materijala mora se transportovati.



Slika 7. Drobljenje u površinskom kopu sa transportom transporterima (IPCC - In-Pit Crushing and Conveying Systems)

TKF je aktivan i u snabdijevanju IPCC sistemima rudnika uljnog u Alberti, Kanada, gdje rade njihovi sistemi opremljeni drobilicama sa dvostrukim valjcima i postižu kapacitete do 11,000 t/h. Upravo se proizvode sistemi sa većim kapacitetima za ove rudnike, sa nominalnim kapacitetom od 14,000 t/h. Da bi se dobila slika o veličini ovih uređaja navodi se da je na uređaju od 11,000 t/h dozorni transporter širok 3,400 mm, a na uređaju od 14,000 t/h širok je 4,000 mm.

FLSmidth RAHCO - Mobilni kalibrator za dva kamiona (DTMS)

Ogranak FLSmidth, RAHCO grupa iz Spokane, Washington, USA, razvila je dva nova sistema za drobljenje i transport transporterima u kopu, od kojih svaki problem rješava na drugi način: jedan je napravljen da radi u sistemu utovarač-kamion, dok je drugi mobilni sistem transporter za transport otkrivke i sličan je prethodnim RAHCO sistemima dizajniranim za ovu svrhu, ali sa dodatnim tehnološkim unapređenjima (Slika 8).



Slika 8. FLSmidth RAHCO - Mobilni kalibrator za dva kamiona (DTMS)



Slika 9. FLSmidth RAHCO mobilni kalibrator na tri gusjenična pogona (TTMS)

Mobilni kalibrator za dva kamiona (The Dual Truck Mobile Sizer (DTMS)) napravljen je sa namjerom da popuni prazninu u raspoloživim karakteristikama IPCC sistema. Do sada raspoloživa rješenja sastojala su se ili od mobilnih drobilinih postrojenja gdje utovarač direktno puni usipni koš, ili od pumobilnih postrojenja do kojih materijal dovozi flota kamiona.

RAHCO također izvještava o rastućem interesu za, kako ga oni opisuju, *revolucionarni* sistem za transport otkrivke baziran na pokretnim transporterima, a prva dva takva sistema se instaliraju i nalaze se u završnoj fazi. Ovaj mobilni kalibrator na tri gusjenična pogona (Triple Track Mobile Sizer (TTMS)) sastoji se od niskog podvozja na tri u trokut raspoređena gusjenična pogona, na koje su postavljena po dva usipna koša i po dvije drobilice kapaciteta 4,000 t/h, te dva u seriju spojena mosna transportera s gumenom trakom koji bacaju na mobilni skladišni transporter dužine 350 m. Svaki od dva sistema o kojima je riječ, ima kapacitet od 8,000 t/h, odnosno oba sistema 16,000 t/h (Slika 9.).

U radu, kašika bagera prazni se u jedan usipni koš nad drobilicom od 3,000 t/h. Kako bi se postigla maksimalna efikasnost, svaka kombinacija utovarača i usipnog koša/droblilice radi neovisno od ostalih elemenata sistema. Otkrivka se drobi na 350 mm što je dobra veličina za transport gumenom trakom. Izdrobljena otkrivka se od droblilice vozi kratkim, kosim, teleskopskim transporterom i pod 90° istresa na duži mosni transporter.

Cijeli sistem je mobilan i napreduje brzinom koja se prilagođava brojnim varijablama, kakve su: utovarena količina, dužina transporta, raspored i debljina otkrivke. Do prekida transporta dolazi samo u vrijeme punjenja kašike bagera i za vrijeme normalnog održavanja sistema. Sistem se na potrebnoj putanji održava pomoću ugrađenog GPS.

Kontrole i mehanička unapređenja omogućavaju TTMS kopanje pojasa do širine od 20 m u jednom prolazu čime se reduciraju vremena zastoja koja su imanentna sistemu utovarač-kamion. Prema RAHCO, rezultat je sistem otkopavanja jalovine koji je produktivniji, efikasniji i jeftiniji od tradicionalnih metoda otkopavanja.

Dva pomenuta sistema koji se trenutno instaliraju sadrže inovativne dijelove opreme za drobljenje unutar usipnog koša i drobilice, te unapređenja pokretljivosti utovarnih usipnih koševa. Svaka drobilica sa usipnim košem opremljena je jednom sporohodnom drobicom sa dva valjka pogonjena pomoću patentiranog četverostepenog reduktora koji na izlazu daje visok obrtni moment, čime se omogućava drobljenje ulaznih komada nekontrolirane veličine na veličinu izlaznih komada koja je pogodna za transport gumenom trakom i za odlaganje.

Niska brzina okretanja valjaka štiti udarne elemente i tijelo drobilice od prevelikih oštećenja u radu i od katastrofalnih oštećenja kada u komoru za drobljenje zalutaju komadi metala. To takođe omogućava pozitivniji napadni ugao na zube čime se smanjuje trošenje zuba i omogućava drobljenje krupnijih ulaznih komada. U drobilici je primijenjen sistem podmazivanja gdje su svi elementi potopljivi u uljnu kupku, pa nema potrebe za vanjskim sistemom za podmazivanje.

Na svaki TTMS uređaj može se natovariti 159 t otkrivke, a uređaj se može kretati i pod punim opterećenjem, i tako uvijek zauzeti korektnu poziciju u odnosu na utovarač. RAHCO je konstruirao gusjenice koje mogu podnijeti ova ekstremna opterećenja i mogu savladati uspon od 20%.

Ukupna pokretljivost i strukturna čvrstoća uređaja pojačana je ugradnjom serije patentiranih zglobnih čvorova duž transportera. Zglobovi su napravljeni da dozvoljavaju vertikalno i horizontalno pomjeranje transportera i ugrađeni su na svakih 45 m uzduž transportera.

Pomoću ovog sistema može se kopirati originalna topografija terena, a kad je potrebno, okolišna restauracija i rehabilitacija može početi odmah s kopanjem. Dodatno, rezultirajuće ekstremno ravne etaže skinute otkrivke znače da će površinski sloj tla manje erodirati, čime će rekultivacija biti uspješnija.

Sandvikov sistem

U martu 2009. godine, Sandvik je predstavio svoj PF300 mobilni IPCC sistem, njihov predstavnik Thomas Jabs rekao je: "Mi vidimo jake znake interesa za potpuno mobilne koncepte drobiličnih postrojenja na svim velikim rudarskim tržištima. Inženjering kuće i rudnici traže alternative kamionski intenzivnom rudarenju, kako bi smanjili troškove rada i održavanja, te emisiju CO₂. Tu se potpuno mobilni koncept drobiličnih postrojenja perfektno uklapa i mi smo za tu svrhu razvili PF300."

Kyran Casteel, evropski urednik magazina E&MJ, opisujući uređaj PF300 napisao je: "PF300 definitivno je drugačiji." Uređaj može biti opremljen kalibratorom (primarno drobljenje), drobicom sa dva valjka ili hibridom, prema potrebi klijenta: Sandvik ne ovisi ni o jednom principu drobljenja nego iz proizvodnog programa može izabrati optimalnu drobicu prema potrebama klijenta. Hibrid je drobilica koja kombinira prednosti primarne i sekundarne drobilice sa dva valjka čime se popunjava praznina između to dvoje i predstavlja drobljenje visokom inercijom i odlično ponašanje kod prijema ulaznog materijala.

Projektovani su specijalno da bi se dobio veći kapacitet od uobičajenih primarnih drobilica i drobilica sa dva valjka, a za kritičnije operacije gdje se pojavljuju abrazivni i ljepljivi materijali. Kontrola nad njima je automatska, a podešavanja se vrše iz kontrolne prostorije operatora.



Slika 10. Sandvik PF300 mobilni IPCC sistem - pogled odozgo

Sandvik kaže da je upotrijebljena nova tehnologija za osiguranje stabilnosti PF300, tako da se u drobilicu može utovarati hidrauličnim bagerima ili užetnim bagerima kašikarim, a da se ne moraju primjenjivati dodatni privremeni podupirači ili oslonci. Stabilnost uređaja PF300 zasnovana je na dva seta gusjenica. Jedan set postavljen je ispod usipnog koša i on preuzima najveće opterećenje prilikom istresanja kašike utovarača, dok je drugi set postavljen ispod drobilice. Ovaj drugi set je ujedno i upravljački par gusjenica koji je napravljen prema dokazanom Sandvikovom konceptu upravljanja koji se primjenjuje kod njihove opreme za rudarstvo npr. kod rotornih bagera i odlagača. Uređaj PF300 može raditi u kombinaciji sa potpuno mobilnim bandvagenima, presipnim transporterima ili pretovarnim mostovima kao veza između tih sistema u kopu i sabirnog transportera.

Sandvik kaže da će početna konfiguracija uređaja PF300 biti kapaciteta od oko 10,000 t/h pošto taj kapacitet ima najbolje izgleda na tržištu, ali će biti rapoloživi i viši i niži kapaciteti. Predviđeni raspon kapaciteta je od 2,000 t/h do 14,000 t/h, što zavisi o zapreminskoj težini materijala.

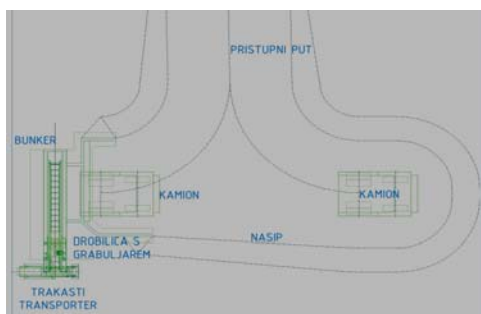
5. KONCEPT PRETOVARA-PO RUDARSKOM INSTITUTU D.D. TUZLA

U predhodnim poglavljima dati su principi izbora i rada polumobilnih drobiličnih postrojenja, kao pregled rješenja prihvata (utovara) i doziranja materijala drobilici. Valjkaste drobilice imaju veoma široku primjenu i mnoge prednosti kod primjene kombinovanog transporta u pogledu mobilnosti. Međum, kao i kod svih drobilica postavlja se pitanje prihvata materijala iz kamiona velikih kapaciteta. Izgradnja navozišta sa velikim bunkerima 150 m³ i više zahtijeva velike građevinske radove čime se prednost mobilnosti odnosno približavanje tačke pretovara radilištu gubi.

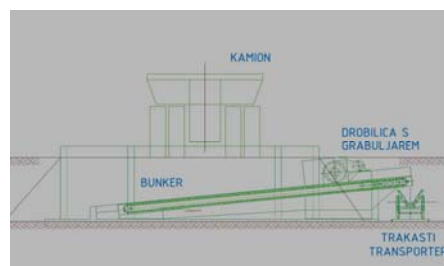
U Rudarskom institutu u Tuzli iz toga razloga je urađeno rješenje sa minimalnim građevinskim radovima za formiranje navozišta i istresišta za kamione (Istresište na polustacionarnu drobilicu sa *kvazi bunkerom*), čime se omogućava brzo i jeftino premještanje pumobilnih drobilica u funkciji smanjenja transportnih dužina za kamionski transport.

Cilj je valjkaste drobilice obezbijediti odgovarajućim dozatorima (dvolančani grabuljari) potrebne dužine, širine i brzine, a u skladu sa zahtjevanim kapacitetom drobilice i količine istrešenog materijala iz kamiona. Na Slici 4., prikazan je način doziranja i istresanja uglja na površinskom kopu Gračanica-Gacko direktno na grabuljasti transporter bez prihvatnog bunkera. Problemi sa prihvatom uglja iz kamiona, potreba za stalnim angažovanjem buldozera i čišćenjem grabuljara čine ovo rješenje za veće kapacitete neprihvatljivim.

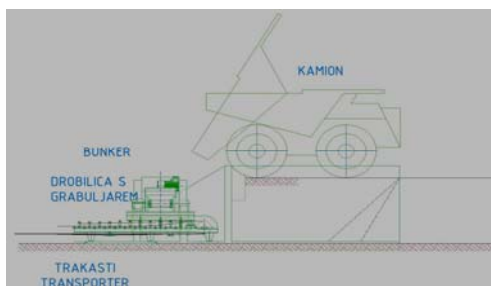
Na Slikama 11.a., 11.b., 11.c. i 11.d., prikazano je idejno rješenje prihvata materijala kod rada pumobilne valjkaste drobilice i dozirnog dvolančanog grabuljastog transportera.



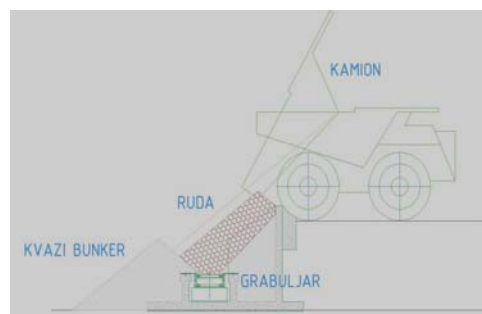
Slika 11.a. Situacija drobilice i platoa za istresanje



Slika 11.b. Pogled bočno – kamion na navozištu za istresanje

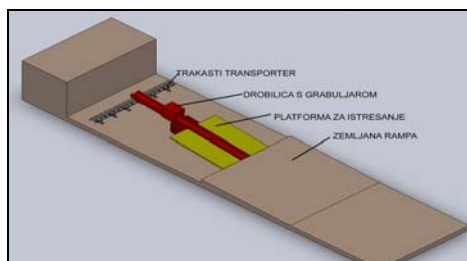


Slika 11.c. Pogled sa strane – bočno kamion na navozištu

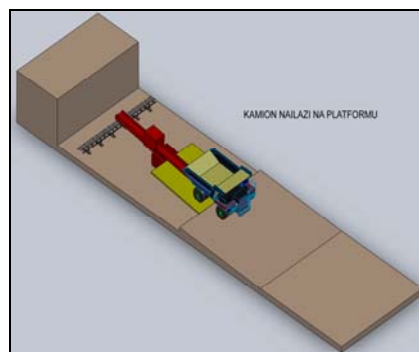


Slika 11.d. Kamion sa istresenim materijalom i formiranim Kvazi bunkerom

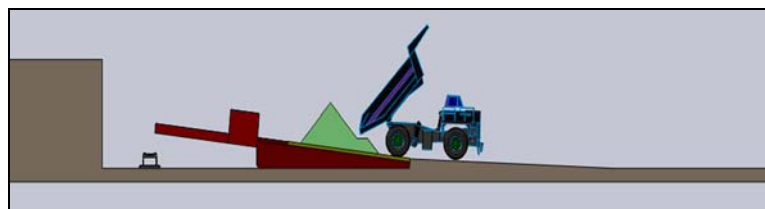
Mobilni kalibrator za dva kamiona (The Dual Truck Mobile Sizer (DTMS)) napravljen je za velike kapacitete i po našoj procjeni bio bi preskup za naše uslove i zahtijevane kapacitete (Istresište sa pokretnim stranicama bunkera). Za naše uslove kapacitet drobilice treba da iznosi do 3,0 mil m³čm. Iz tog razloga smo predložili modifikaciju ovog prijemnog bunkera koji bi bio neka vrsta dogradnje predhodnog rješenja. Na Slici 12.a., b., c., d., e. prikazan je način istovara i doziranja materijala u polumobilnu valjkastu drobilicu na principu bunkera sa pokretnim stranicama. Ovaj mehanizam bi bio mnogo jednostavniji, lakši, a samim time mobilniji i jeftiniji.



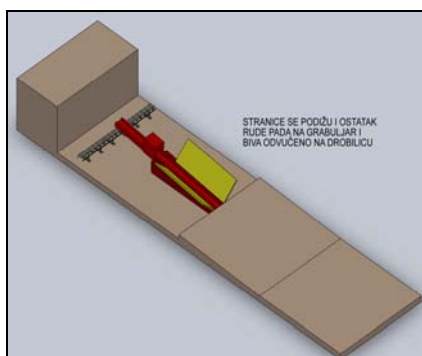
Slika 12.a. Pogled na navozište i bunker sa spuštenim stranicama



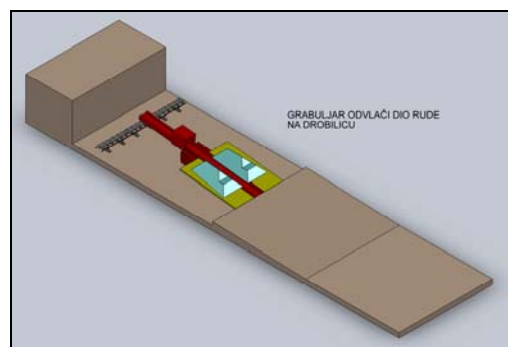
Slika 12.b. Kamion na istresištu



Slika 12.c. Istresište - pogled sa strane



Slika 12.d. Izvučeni dio materijala grabuljarom



Slika 12.e. Podizanje stranica

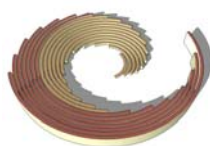
6. ZAKLJUČAK

Rad ima za cilj da prikaže i nova rješenja u prihvatanju materijala na dozirni uređaj polumobilnih drobiličnih postrojenja. Do sada korišćeni bunkereri sa velikim zapreminama 150 m³ i više sa velikim građevinskim radovima nisu pogodno rješenje za niskoprofilne polumobilne valjkaste drobilice. U rudarskom institutu u Tuzli je urađeno idjno ješenje sa tzv. *kvazibunkerom*. U radu je, takođe, dato i rješenje sa bunkerom čije su stranice pokretne i koje omogućavaju prijem materijala na dozirnom uređaju, poslije izvlačenja dijela materijala iste se podižu sa ciljem potpunog pražnjenja.

Ovakvi bunkereri su po našoj procjeni mnogo jeftinija u odnosu na klasične bunkere, i omogućavaju lakše i češće premještanje u cilju skraćenja kamionskog transporta.

Literatura

1. Russell A. Carter, (2010), *Engineering and Mining Journal (E&MJ)*
2. Rudarski institut, (2010), *Dopunski rudarski projekat-Tehnički projekat Kombinovanog transporta uglja i rekonstrukcija primarnog drobiličnog postrojenja na P.K. Bogutovo selo-Ugljevik (Rudarski i Mašinski dio)*, Tuzla
3. Knežević D., Deušić S., Ignjatović D., (2008), *Droбилice za ugalj-vrste, izbor tržište i primena*, IV međunarodna konferencija - Ugalj 2008, Beograd



REZULTATI GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZAPADNOG DELA KOSTOLAČKOG BASENA U 2009. GODINI

RESULTS OF GEOLOGICAL SURVEY OF WESTERN PART KOSTOLAC BASIN IN 2009

Nikolić D.¹, Savić D.², Živković D.³

Apstrakt

Dosadašnji obim izvedenih geoloških istraživanja zapadnog dela Kostolačkog ugljonosnog basena. ukazivao je na nizak stepen istraženosti ovog prostora, koja nisu mogla da obezbede dovoljno podataka za izradu Elaborata o rezervama uglja zapadnog dela Kostolačkog basena.

Geološkim radovima u 2009. godini, definisana je zona isklinjenja II ugljenog sloja i dve grane III ugljenog sloja u južnom i jugoistočnom delu istražnog prostora, što ujedno i predstavlja perspektivan prosotor za nastavak istraživanja i buduću eksploataciju mineralne sirovine.

Ključne reči: *Geološka istraživanja, istraženost, perspektivnost prostora*

Abstract

The previous volumes of geological exploration of the western part of the kostolac coal basin, indicated the low level of exploration of this region which could not provide enough data for study on coal reserves west of Kostolac basin.

¹ Dejan Nikolić, dipl. inž. geol., Geoling-Group, Beograd, geoling.group@gmail.com

² Dragana Savić, dipl. inž. geol., Geoling-Group, Beograd, geoling.group@gmail.com

³ Dejan Živković, dipl.inž.geol., Geoling-Group, Beograd, geoling.group@gmail.com

Geological work in 2009 year, defined the zone of disappearance of the second coal seam and the two branches of the third coal seam in the southern part of the exploration area, which also is a promising area for further exploration and future exploitation of mineral resources.

Keywords: *Geological research, exploration, prospects of space*

1. UVOD

Dosadašnji obim izvedenih geoloških istraživanja zapadnog dela Kostolačkog ugljonosnog basena, ukazivao je na nizak stepen istraženosti ovog prostora, koja nisu mogla da obezbede dovoljno podataka za izradu Elaborata o rezervama uglja zapadnog dela Kostolačkog basena. Rezultati izvedenih istražnih radova predstavljali su samo osnovne pokazatelje potencijalnosti (ugljonosnosti) ovog dela basena, s obzirom da rezerve C₂ kategorije mineralnih sirovina uopšte imaju tretman potencijalnih rezervi i prema važećem Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji čvrstih mineralnih sirovina ne razvrstavaju se u bilansne i vanbilansne.

Na osnovu pomenutog izvoda iz Projekta u periodu septembar - decembar 2009. godine nastavljena su geološka istraživanja ovog područja.

2. GEOGRAFSKO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA

Zapadni deo Kostolačkog basena obuhvata prostor između Velike Morave na zapadu, Dunava na severu, Novog Kostolca i Ćirikovca na istoku, i potez Zabela - Dragovac na jugu. Zahvata površinu od 115 km². Najveći deo terena je ravničarski, priprada severnom pomoravlju i podunavlju. Brežuljkast teren je zastupljen u jugoistočnom delu, između Kostolca i Požarevca (Kostolačka greda). Područje je gusto naseljeno i ispresecano saobraćajnicama.

Od većih vodenih površina na ovom prostoru se nalaze mrtvaje i bare nastale od Velike Morave i Dunavac sa sistemom kanala koji je povezan sa odvodnim kanalom TE Kostolac i koji se uliva u Dunav. Veća mesta na ovom području su Novi Kostolac, Klenovik, Ćirikovac, Zabela, Živica, Batovac, Dubravica, Ostrovo i Petka, a ova mesta su međusobno povezana gustom mrežom saobraćajnica, tipa asfaltnih puteva nižeg reda. Geografski položaj tretiranog područja prikazan je na Slici 1.

3. OBIM I VRSTA IZVEDENIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZAPADNOG DELA KOSTOLAČKOG UGLJENOG BASENA

Za dobijanje osnovnih saznanja o ugljonosnosti, odnosno o potencijalnosti zapadnog dela Kostolačkog basena, u drugoj polovini 2009. godine započela su osnovna geološka istraživanja ovog dela basena.

Ova faza (I faza) osnovnih geoloških istraživanja, imala je za cilj da savremenim metodama geoloških istraživanja pokrije što veći prostor zapadnog dela basena, koji se na osnovu studije o ugljunosnosti i projekta istraživanja pokazao kao najperspektivniji.



Slika 1. Geografski položaj zapadnog dela Kostolačkog basena (1:100 000)

Uži prostor, na lokalitetu spoljnog odlagališta Petka istražen je kombinacijom geofizičkih istraživanja i geološkog istražnog bušenja, saglasno projektovanim radovima po izvodu iz Projekta geoloških istraživanja zapadnog dela Kostolačkog ugljunosnog basena (Geološki institut Srbije, Beograd i Rudarski institut, Zemun, 2008.).

3.1. Istražno bušenje

Istražno bušenje, kao bazna metoda geoloških istraživanja, izvršeno je na lokalitetu spoljnog odlagališta Petka u mreži 750*750 m, koja definiše osnovna geološka istraživanja uglja C₁ kategorije.

Istražno bušenje izvelo je kvalifikovano osoblje preduzeća GEOING GROUP d.o.o. sa 3 (tri) bušaće garniture tipa GEO-500.

Istražno bušenje je bilo višenamenskog karaktera (strukturno, hidrogeološko i geomehaničko) i izvedeno je u periodu od 09.09.2009. - 31.10.2009. godine.

Od 16 istražnih bušotina u 12 su izvršena geofizička karotazna merenja, u 6 je ugrađena krovinska pijeziometarska konstrukcija i time ove bušotine prevedene u hidrogeološke osmatračke bušotine.

Iz 16 bušotina je oprobavano jezgro za odgovarajuća specijalistička laboratorijska ispitivanja.

Procenat izvađenog jezgra iznosio je preko 95 % u ugljenim intervalima, odnosno 90 % - 100 % u pratećim sedimentima.

3.2. Geološki radovi

Kartiranje jezgra istražnih bušotina

Kartiranje istražnih bušotina vršeno je detaljno, uz registrovanje i determinisanje svake litološke promene, njene debljine, procenta izvađenog jezgra za svaku litološku sredinu u geološkom profilu bušotine, ugao pada slojeva, prisustvo rupturnih oblika i njihovo detaljno definisanje (orijentacija rupturnih sistema, njihova ispuna). Svi podaci o kartiranju bušotina unošeni su u terenski dnevnik.

Grafički prikaz istražnih bušotina u sebi sadrži podatke o:

- dubini svakog nabušenog litološkog člana;
- debljinu litološkog člana;
- procenat izvađenog jezgra;
- intervale bušenja;
- litološki opis;
- mesta uzimanja proba;
- dobijene vrednosti parametara iz imedijatno-tehničkih analiza (procenat pepela, donji toplotni efekat, ukupna vlaga);
- dobijene vrednosti parametara iz skraćenih silikatnih analiza peska (procenat SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , G.Ž.).

Oprobavanje uglja

Intervali oprobavanja uglja (imedijatno-tehničke analize) uzimani su iz sanduka za čuvanje jezgra. U najvećem broju dužina proba je bila 2 do 3 m.

Saglasno Zakonu o geološkim istraživanjima, tj. Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina, interval oprobavanja uglja nije bio duži od 5 m.

Ugalj sa debljinom manjom od 1 m nije bio oprobavan. U okviru probe za hemijska ispitivanja kvaliteta uglja izimani su i proslojci jalovine u uglju do 0.5 m.

Pored parcijalnih i kompozitnih proba za imedijatno-tehničke analize uglja, po istoj metodologiji uzimane su i probe i za ostala geohemijska laboratorijska ispitivanja. Sve uzete probe su hermetički zapakovane i nakon završetka svih istražnih bušotina transportovane u laboratoriju Instituta za opštu i fizičku hemiju u Beogradu.

Uzimanje uzoraka za fizičko-mehanička laboratorijska ispitivanja

Za ovu vrstu laboratorijskih ispitivanja uglja i pratećih sedimenata uzimani su neporemećeni uzorci.

Neporemećeni uzorci iz litoloških članova koji su naročito interesantni za probleme stabilnosti uzimani su u dužini od 0.5 m. Razlog tome je sigurnost obezbeđenja dovoljne količine uzetog uzorka za predviđen broj laboratorijskih ispitivanja.

Neporemećeni uzorci uzimani su iz koherentnih i polukoherentnih stenskih masa dužine od 30 do 50 cm, a uzorci uglja od 50 do 70 cm.

Izrada pijezometara

Nakon završenog bušenja i izvođenja projektovanog karotažnog merenja, u 6 istražnih bušotina ugrađena je pijezometarska konstrukcija.

U ugrađenim pijezometrima meriće se nivo podzemne vode u hidrogeološkom kolektoru (aluvijalni šljunak) i koristiće se za prikupljanje hidrogeoloških podataka o geometriji kolektora i izolatora.

Ugradnja pijezometara sprovedena je po završenom karotažnom merenju (u onim hidrogeološkim bušotinama u kojima je karotaž i izveden) i pri ugradnji pijezometra poštovali su se rezultati karotažnih merenja.

Geofizička karotažna merenja u bušotinama

Karotažna merenja na projektovanoj bušotini su izvođena odmah po završenom bušenju. Za bušotine u kojima je bila predviđena ugradnja pijezometra operacija karotažnih merenja izvedena je pre ugradnje pijezometarske konstrukcije.

Po izvodu iz Projekta, predviđeno je da se u 12 bušotina izvedu karotažna merenja sa 5 operacija.

Predviđene operacije karotažnog merenja su:

- Specifični električni otpor (SEO) sa dugom i kratkom sondom;
- Sopstveni potencijal (SP);
- GAMA - prirodna radioaktivnost (G);
- Temperatura (T);
- Kaliper.

Pri izvođenju istražnog bušenja poštovan je raspored i projektovani parametri karotažnih merenja. Pored projektovanih operacija u određenim bušotinama urađeno je merenje devijacije istražne bušotine i određivanje veličine ugla odstupanja od vertikalnog pravca.

Reflektivna seizmička istraživanja

Na istražnom prostoru projektovano je izvođenje 2D seizmičkih ispitivanja primenom metode reflektovanih talasa duž trasa 2 seizmička profila. Jedna trasa profila je približno pravca istok zapad, a druga trasa približno pravca sever-jug, odnosno severozapad-jugoistok. Mikroseizmička merenja imala su za cilj regionalnu spoznaju zaleganja ugljenih slojeva.

Rezultati seizmičkih ispitivanja su korelisani sa geološkim i karotažnim podacima istražnih bušotina. Seizmički horizonti (oni koji odgovaraju povlati i podini ugljenih slojeva), su analizirani sa aspekta strukturno-tektonskih i stratigrafskih karakteristika.

Analiza seizmičkih sekcija obuhvatila je identifikaciju horizonata koji su idetifikovani kao krovina i podina ugljenih slojeva i raseda.

Laboratorijski radovi

Sve vrste laboratorijskih ispitivanja koja imaju za cilj precizno definisanje mineraloško-petrografskog sastava, strukture i teksture stenskih masa unutar pojedinih litostratigrafskih sredina, urađena su prema uobičajenim geološkim i laboratoriskim normama i principima za ova ispitivanja, što je podrazumevalo ispitivanja prema važećim SRPS i ISO standardima.

Laboratorijska ispitivanja su izvedena na uzorcima uglja i pratećim sedimentima uglju.

4. PRIKAZ STRUKTURNO-KVANTITATIVNIH KARAKTERISTIKA UGLJENIH SLOJEVA I PRATEĆIH MINERALNIH SIROVINA

Produktivna serija u zoni koja predstavlja zonu istraživanja obuhvata 2 ugljena sloja (II ugljeni sloj i III ugljeni sloj), gornjopontske starosti ($2M^3_3$).

Podinski sedimenti III ugljenog sloja predstavljeni su glinovito-peskovitim sedimentima, koji preko prašina prelaze jedni u druge, kako u vertikalnom tako i u horizontalnom pravcu. Peskovi su vezani pretežno za niže nivoe, uz III ugljeni sloj, dok u višim nivoima preovlađuju glinovito-prašnasti sedimenti do krovine II ugljenog sloja, uključujući i II ugljeni sloj.

Neposredno ispod površine terena razvijeni su aluvijalni peskovito-šljunkoviti sedimenti.

III ugljeni sloj

Ovaj ugljeni sloj ima najveće prostorno rasprostranjenje. III ugljeni sloj se raslojava u 2 ugljene grane međusobno razdvojene peskovitim sedimentima i glinama debljine od 0.5 m do 3 m. Debljina ovog ugljenog sloja iznosi oko 5.5 m, prosečnog kvaliteta oko 8,000 kJ/kg.

II ugljeni sloj

Ugljeni sloj je razvijen zapadano od površinskog kopa Ćirikovac i prostore se do zapadne granice basena, reke Velike Morave. II ugljeni sloj je razvijen iznad III ugljenog sloja. Najmanja nabušena debljina ovog sloja je 0.5 m, a najveća očekivana debljina u ovom istražnom prostoru je oko 5 m, pri čemu je najčešći dijapazon varijacije debljine uglja 2.5-3 m, prosečnog kvaliteta oko 7,150 kJ/kg.

Osnovni fizičko-mehanički parametri ugljenih slojeva dati su u Tabeli 1.

Međuslojna jalovina

Međuslojna jalovina unutar produktivne serije se javlja u vidu peskova, peskovitih glina ili glinovitih peskova i glina. U prostornom položaju ove naslage prate sve nivoe ugljenih slojeva, a javljaju se i kao međuslojna jalovina.

Tabela 1.

Sloj	Zapreminska masa ρ (g/cm ³)	Prirodna vlaga ω (%)	Ugao unurašnjeg trenja φ (°)	Kohezija c (Mpa)	Otpor pri rezanju K _L (N/cm ²)
II	1,28	74,90	33,80	1,07	871
III ₁	1,20	78,60 – 79,80	54,20 – 62,30	1,09 – 1,34	634 – 1014
III ₂	1,15 -1,22	64,20 – 82,80	47,60 – 58,00	1,15 – 2,04	713 – 1508

U neposrednoj podini III ugljenog sloja prostiru se naslage gline sive, ređe zelene i crne boje kada sadrže organsku materiju. U okviru glinenih slojeva pojavljuju se pojedinačna sočiva peska, prašine, uglja. Treći sloj uglja odvojen je od drugog zonom peska različite granulacije, prašinaste, peskovite i sa primesama uglja.

Preko drugog ugljenog sloja su formacije Tercijara, peskovito-glinoviti sedimenti. Obično neposredno na ugalj naležu gline, žute i zelene boje, debljine i do 25 m. Gline su pomešane sa prašinom i peskom. Formacije holocenske terase Velike Morave se pojavljuju u zoni krajnjeg zapada basena. Iznad glina nalazi se šljunak koji je pokriven slojem žute gline, debljine 5 m.

Osnovni fizičko-mehanički parametri pratećih sedimenata ugljenih slojeva dati su u Tabeli 2.

Tabela 2.

Sloj	Simbol grupe tla USCS	Zaprem. masa ρ (g/cm ³)	Prirodna vlaga ω (%)	Ugao unutraš. trenja φ (°) vršni	Kohezija c (kPa) vršna	Ugao unutraš. trenja φ (°) efektivni	Kohezija c (Mpa) efektivna
Povlata II ugljenog sloja	CL, SC CH i OH	1.78 – 2.02	16.90 – 34.40	12 – 31	22 – 41	10 – 24	20 – 58
Međuslojna jalovina II - III ₁	CL, CH	1.95 – 2.07	16.70 – 25.30	15 – 20	28 – 78	13	43
Međuslojna jalovina III ₁ - III ₂	OL, CH	1.98 – 2.08	18.70 – 22.90	12 - 31	36 - 95	24	43

Aluvijalne naslage (šljunak) reka Dunava i Velike Morave, izgrađuju šljunkovi i peskovi, čija ukupna debljina se kreće od 11 - 20 m.

5. ZAKLJUČAK

Na području zapadnog dela Kostolačkog ugljenog basena u periodu septembar - decembar 2009. godine, izvedena su terenska istraživanja i ispitivanja, koja su bila predmet javne nabavke Elektroprivrede Srbije.

Sva ispitivanja i istraživanja izvedena su uz poštovanje Zakonskih propisa o geološkim istraživanjima.

Prosečna debljina, geološke rezerve i kvalitet uglja u okonturenom prostoru čija površina iznosi 5 km² (ukupna površine zapadnog dela Kostolačkog basena oko 70 km²) sa delom odlagališta Petka iznose po slojevima:

- II ugljeni sloj: prosečna debljina oko 2.5-3 m; geološke rezerve 14,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 7,150 kJ/kg,
- III1 ugljeni sloj: prosečna debljina oko 5 m; geološke rezerve 32,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 7,930 kJ/kg,
- III2 ugljeni sloj: prosečna debljina oko 6 m, geološke rezerve 45,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 8,000 kJ/kg
- Ukupne geološke rezerve uglja sa delom spoljnog odlagališta Petka iznose 90,000,000 t (C₁ kategorije).

Prosečna debljina, geološke rezerve i kvalitet uglja u okonturenom prostoru čija površina iznosi 5 km² (ukupna površine zapadnog dela Kostolačkog basena oko 70 km²) bez odlagališta Petka iznose po slojevima:

- II ugljeni sloj: prosečna debljina oko 2.5-3 m; geološke rezerve 12,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 7,150 kJ/kg,
- III1 ugljeni sloj: prosečna debljina oko 5 m; geološke rezerve 24,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 7,930 kJ/kg,
- III2 ugljeni sloj: prosečna debljina oko 6 m; Geološke rezerve 37,000,000 t; prosečnog kvaliteta oko 8,000 kJ/kg,
- Ukupno geološke rezerve uglja, bezspoljnog odlagališta Petka iznose 70,000,000 t (C₁ kategorije).

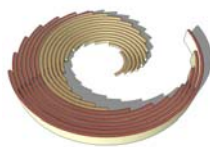
Geološke rezerve šljunka na okonturenom prostoru su oko 100,000,000 m³.

Geološkim radovima definisana je zona isklinjenja II ugljenog sloja i dve grane III ugljenog sloja u južnom i jugoistočnom delu istražnog prostora, što ujedno i predstavlja perspektivan prostor za nastavak istraživanja i buduću eksploataciju mineralne sirovine.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

**PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU NA
PRIMERU POVRŠINSKE I PODZEMNE EKSPLOATACIJE
FOSFORITNE RUDE IZ LEŽIŠTA LISINA I PROIZVODNJE
KONCENTRATA FOSFATA (K/P₂O₅)**

**AN ENVIROMENTAL MONITORING PROGRAMME BASED ON
CASE STUDY OF PHOSPHORICE ORE EXPLOITATION FROM
THE LISINA MINE AND PHOSPHATE CONCENTRATE'S
(K/P₂O₅) PRODUCTION**

Obradović T.¹, Grbavčić M.², Stojković S.³, Šuljamčević Đ.⁴

Apstrakt

U radu je dat izvod iz programa praćenja uticaja na životnu sredinu, obrađenog u Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu budućeg rudnika fosforitne rude Lisina. Tema je usmerena na prikaz lokacija mernih mesta i lokacija za uzimanje uzoraka. Rezultati merenja i izvršenih laboratorijskih ispitivanja uzoraka biće prikazani u mesečnim izveštajima, koje će sastavljati ovlašćene laboratorije. Mesečni izveštaji o monitoringu životne sredine biće dostavljani nadležnim republičkim vlastima a biće dostupni i lokalnoj zajednici kao i njenim nadležnim organima.

Ključne reči: *Monitoring, rudnik Lisina, životna sredina, mesečni izveštaji, održivo upravljanje*

¹ Titomir Obradović dipl. inž. Expert-Inženjering" d.o.o. Šabac, Stojana Novakovića 27/II, 15000 Šabac, expertinzenjering@gmail.rs

² Mirjana Grbavčić, dipl. inž., Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina,

³ Siniša Stojković, dipl.inž., Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, Omladinskih brigada 1, 11070 Beograd, sinisa.stojkovic@ekoplan.gov.rs

⁴ Đorđe Šuljamčević, dipl. inž., Expert-Inženjering" d.o.o. Šabac, Stojana Novakovića 27/II, 15000 Šabac,

Abstract

The extract of enviromental monitoring programme, shown in Enviroment impact assesment study of future phosphorice ore Lisina mine, has been shown in this paper. The programme refers to monitoring and sampling points display and description. The results of measuring and laboratory's sample testing will be shown as part of monthly reports, provided by authorized laboratories. Enviromental monitoring monthly reports will be submitted to the authorities, as well as to the local community and its autorities.

Keywords: *Monitoring, Lisina mine, environment, monthly reports, sustainable management*

1. UVOD

Program praćenja stanja životne sredine definisan je kao obaveza Zakonom o zaštiti životne sredine (Sl. gl. RS 135/04 i 36/09). Zagađivač je dužan, da izradi plan obavljanja monitoringa i da vodi redovnu evidenciju o monitoringu. U okviru Studije o proceni uticaja na životnu sredinu eksploatacije fosforitne rude iz ležišta Lisina i proizvodnje koncentrata fosfata (K/P_2O_5) razvijen je monitoring životne sredine za područje rudnika Lisina, sagledavanjem prirode potencijalnih uticaja na analizirane receptore uz definisanje odgovarajućih merenja i tehnika. Definisani su svi parametri i period monitoringa, u skladu sa zakonima i dobrim iskustvom u Srbiji i Evropi.

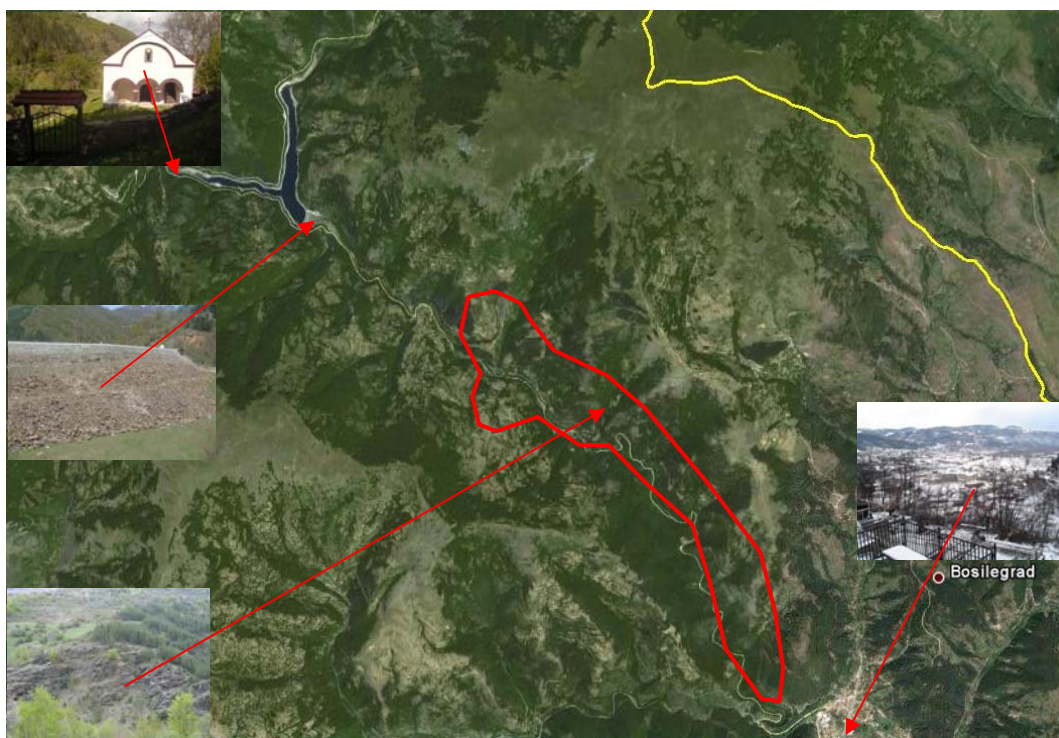
Ciljevi projektovanja i uvođenja sistema monitoringa su da se uspostavi kontrola uticaja Projekta na životnu sredinu, kao i provera efikasnosti mera koje su propisane Studijom o proceni uticaja na životnu sredinu u cilju sprečavanja i smanjenja štetnih uticaja. Na taj način pokazuje se nadležnim vlastima i lokalnom stanovništvu da su aktivnosti na eksploataciji ležišta usklađeni sa ciljevima zaštite životne sredine i da se u toj oblasti postižu dobri rezultati. Ispitivanja koja će se sprovoditi u okviru predviđenog monitoringa obavljace se u toku rada, kao i nakon prestanka rada Projekta.

2. PRIKAZ PROJEKTA

Ležište fosforitne rude Lisina nalazi se severozapadno od mesta Bosilegrad, u dolini Božičke reke (Slika 1.). Celo ležište se proteže kroz planinski masiv Milevske planine, sa juga je ograničeno Ljubatskom rekom, sa zapada Gloškom planinom (Mečit - 1,756 m), na sever se prostire do Kosjedolske reke, a na istoku je ograničeno Miljevskom planinom (Mali Mečit - 1,561 m) koja je granična planina sa Bugarskom. Doline Božičke i Ljubatske reke vrlo duboko su urezane u teren, tako da visinske razlike do grebena idu od 400 do 800 m pri horizontalnom rastojanju od 2-3 km. Ove dve reke se sastaju i čine reku Dragovišticu koja pripada Egejskom slivu.

Saobraćajna povezanost ležišta, uslovljena je složenim morfološkim karakteristikama područja i njegovim perifernim položajem u Srbiji. Vezu sa Bosilegradom čini regionalni put R-122 u dužini od oko 4 km.

Ostali seoski i šumski putevi na području su prohodni samo za terenska vozila. U zimskom periodu saobraćaj je otežan, ali je održavanje glavnog pravca ka Bosilegradu redovno.



Slika 1. Satelitski snimak šireg područja sa ucrtanom granicom ležišta

Prostor na kome su vršena detaljna geološka istraživanja, zahvata površinu od oko 6 km². Rudno telo se pojavljuje u vidu sloja sa generalnim pravcem pružanja severozapad-jugoistok sa padom ka SI od 20 do 30°. Debljina sloja se na izdancima kreće od 16 do 32 m. Prosečna debljina sloja apatitskih metapeščara na osnovu podataka iz istražnih bušotina iznosi 22 m. Ležište je istraženo na dužini od 6 km, a najveća širina dostiže do 2 km u horizontalnom preseku. Površina rudnog polja Lisina je 12.5 km². Deo terena u okviru kojeg je izvršeno detaljno istraživanje zahvata površinu od 550 ha.

Opis objekta

Za eksploataciju 1,500,000 t suve rude/godišnje i proizvodnju koncentrata fosfata (K/P₂O₅), planira se izgradnja proizvodnih i infrastrukturnih kapaciteta:

- površinski kop za eksploataciju rude (sa radom u osam prvih godina), sa jalovištima za rudarsku jalovinu;
- podzemni kop za eksploataciju rude (od sedme godine do kraja proizvodnje);

- rudničko flotacijski krug - postrojenja za primarnu preradu i proizvodnju koncentrata fosfata (K/P_2O_5);
- flotacijsko jalovište za deponovanje flotacijske jalovine.

Infrastrukturni kapaciteti: (za elektrosnabdevanje, za vodo snabdevanje, putna infrastruktura za racionalno funkcionisanje površinskog kopa; podzemnog kopa i zajedničkog rudničko-flotacijskog kruga; veza sa magistralnim putem R-122, sistem za regulaciju Božičke reke za proizvodno i ekološki bezbedno lociranje i funkcionisanje ukupne proizvodne infrastrukture u njenoj dolini).

3. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

3.1. Stanje životne sredine pre početka funkcionisanja projekta

Program praćenja uticaja projekta na životnu sredinu sagledava se na osnovu prikaza stanja životne sredine pre početka funkcionisanja projekta na lokaciji tz. nultog stanja. Ispitivanja nultog stanja obavljena su u periodu od 30.09.2008.-31.12.2008. godine od strane ITNMS Beograd (utvrđivanje kvaliteta površinskih voda, ispitivanje stanja zemljišta - hemijske analize zemljišta, ispitivanje stanja vazduha - utvrđivanje koncentracije taložnih materija), Laboratorije za ispitivanje materijala - IMS a.d. Beograd (merenje buke), Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine Zaštita Instituta za nulearne nauke Vinča (merenje jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja). Merenja sprovedena u okviru nultog stanja pokazala su da se u konkretnom slučaju radi o netaknutoj prirodi koju u svakom slučaju treba zaštititi. Rezultati srovedenih merenja i ispitivanja stanja istih parametara u toku kontinualnog rada na projektu poslužiće kao baza za poredenje i utvrđivanju njegovog direktnog uticaja na porast nivoa zagađujućih materija u životnoj sredini urbane i ruralne zone Bosilegrada.

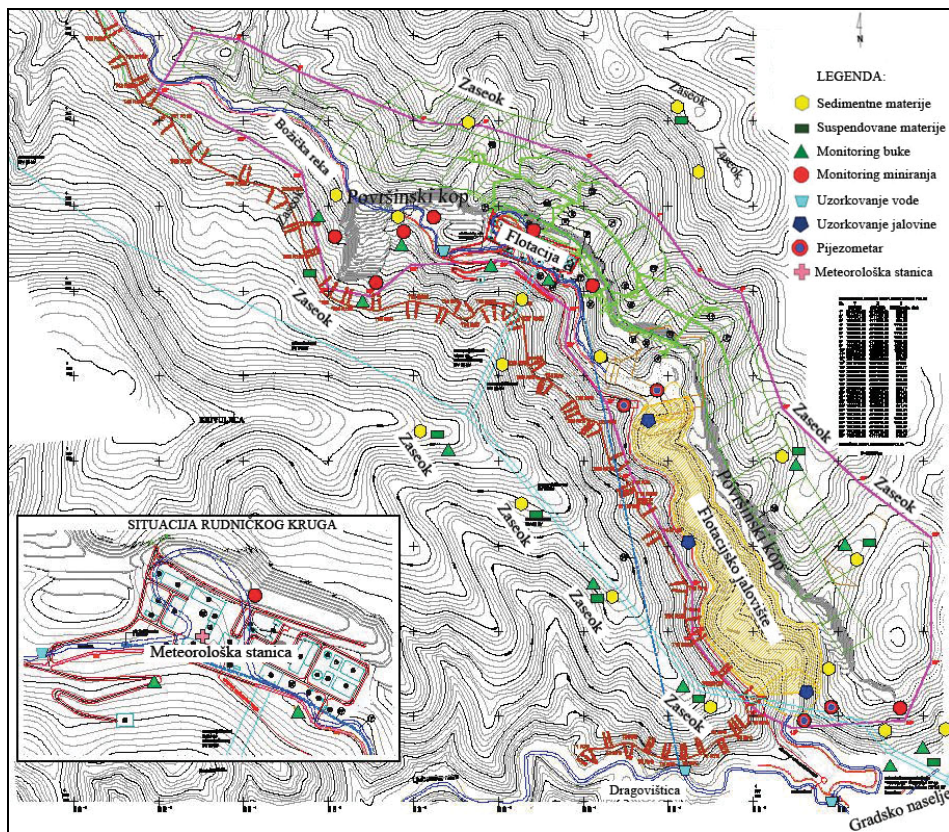
3.2. Program praćenja uticaja na životnu sredinu za vreme eksploatacije

Koncept monitoringa životne sredine za budući rudnik Lisina obuhvata merenja i ispitivanja: kvaliteta vazduha merenjem imisije i emisije sedimentnih i suspendovanih čestica, meteoroloških podataka, kvaliteta podzemnih i površinskih voda, kvaliteta zemljišta (ispitivanjem uzoraka jalovine iz flotacijskog jalovišta), nivoa buke i vibracija, nivoa nejonizujućeg i jonizujućeg zračenja i merenja seizmičkog dejstva miniranja.

Lokacije merenja i uzorkovanja, posebno za period površinske a posebno za period podzemne eksploatacije, date su na Slikama 2. i 3. Broj mernih mesta je izabran tako da prostorna pokrivenost bude dovoljna da rezultati utvrđenih koncentracija zagađujućih materija daju relevantnu sliku prostorne opterećenosti izmerenih zagađujućih materija.

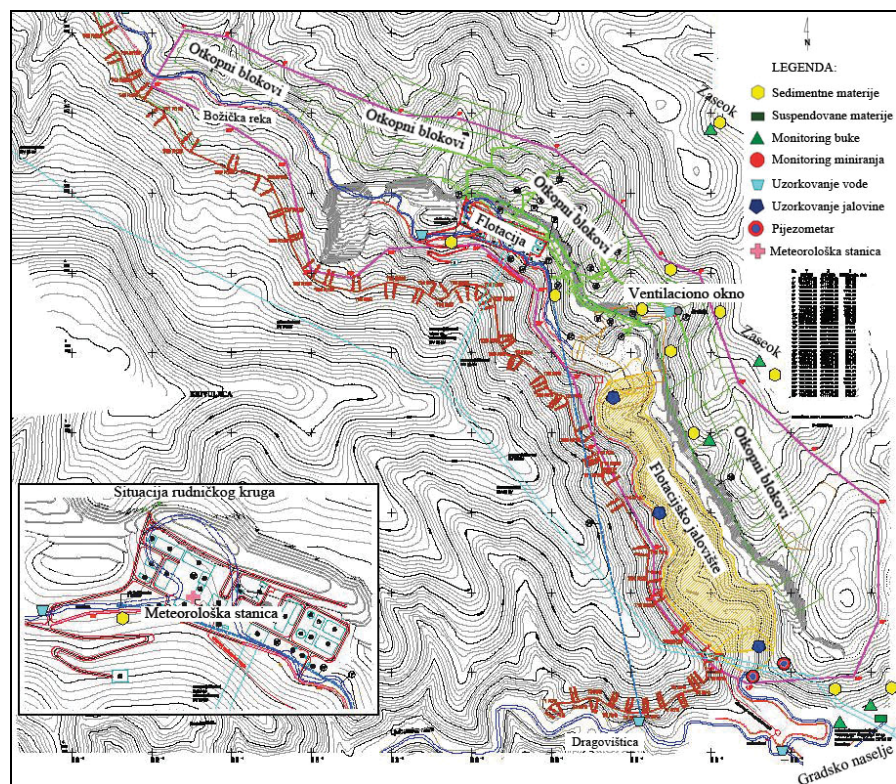
Kvalitet vazduha

Polutanti u vazduhu koji se mogu očekivati u procesu eksploatacije rude i proizvodnje koncentrata su čvrste čestice (prašina) i gasovi. Određivanje koncentracije prašine moguće je na dva načina: preko taložnih materija ili preko suspendovanih čestica.



Slika 2. Plan monitoringa za vreme površinske eksploatacije

Uzimanje uzoraka taložnih materija je daleko jednostavnije i u konkretnom slučaju adekvatnije. Problem sa uzorkovanjem suspendovanih čestica je u tome što je, za aparat za uzorkovanje suspendovanih čestica neophodno obezbediti izvor napajanja strujom kao i 24-ni nadzor nad uređajem, što je teško izvodljivo u ruralnoj sredini. Najveća prednost uzorkovanja taložnih materija je u tome što se može organizovati mreža mernih mesta sa željenim brojem uzorkivača, tako da se može pokriti relativno velika zona na koju zagađivač može da ima uticaj. U konkretnom slučaju, praćenje koncentracije taložnih materija je potrebno organizovati tokom cele godine. U cilju praćenja kvaliteta vazduha na predmetnom području potrebno je izvršiti u prvoj fazi realizaciju programa monitoringa merenja koncentracije ugljendioksida (CO_2 - gas sa efektom staklene bašte) i azotdioksida (NO_2 - gas koji predstavlja potencijalnu pretnju po zdravlje). Ukoliko rezultati merenja ukazu na prekoračenje GVI, neophodno je listu polutanata proširiti merenjem koncentracija sumpordioksida (SO_2 - iritanta respiratornog sistema) i čvrstih čestica (PM10).



Slika 3. Plan monitoringa za vreme podzemne eksploatacije

Zajedno sa procenom imisija aerozagađenja, vršiće se merenje i procena značajnih meteoroloških faktora od uticaja na disperziju emisija zagađenja. Podaci za pravce i jačinu vetrova će se evidentirati sa mini meteorološke stanice koja će biti locirana u rudničkom krugu, a ostali podaci (temperature, padavine, evaporacija, vlažnost vazduha i dr.) će se preuzimati sa najbliže meteorološke stanice. Predviđeno je da se miniranje kod površinske eksploatacije, uskladi sa pravcima i jačinom vetrova, kako bi se izbegla distribucija prašine, koja nastaje nakon miniranja, na šire područje oko površinskog kopa. Npr: kada duvaju nepovoljni severozapadni vetrovi koji nose zagađujuće materije u suprotni kvadrant ka jugoistoku gde se nalazi grad Bosilegrad, (i ako je brzina severozapadnih vetrova veća od 2 m/s) tehnički rukovodilac rudnika na osnovu tih podataka donosi odluku da odloži miniranje.

Kvalitet voda

Flotacijsko jalovište je projektovano u dolini Božićke reke pa je neophodna stalna kontrola kretanja podzemnih voda sa utvrđivanjem njihovih osnovnih fizičko-hemijskih parametara. Mrežom piezometara postavljenih oko donje brane jalovišta i nizvodno od iste kontrolisaće se nivo podzemnih voda i migracija polutanata prema Božićkoj reci.

Ispitivanje kvaliteta vode Božićke reke, u okviru obaveznog monitoringa vršiće se na 4 lokacije na kojima će se 2 puta godišnje uzorkovati voda za određivanje osnovnih fizičko-hemijskih parametara. Ispitivanja će se sprovoditi u letnjem periodu, kada je vodostaj nizak i u jesenjem ili prolećnom periodu, odnosno u kišnom periodu kada je vodostaj visok. Prema planu monitoringa, uzorkovanje vode iz Božićke reke sprovedeće se: uzvodno od površinskog kopa ispod brane Lisina, na ulazu u tunel-kolektor, na izlazu iz tunela-kolektora, na mostu uzvodno od Bosilegrada.

Analize parametara obaviće se shodno Uredbi o kategorizaciji voda (Sl. gl. SRS 5/68) i Pravilniku o opasnim materijama u vodama (Sl. gl. SRS 31/82), a obaviće ih ovlašćene organizacije.

Zemljište

Obzirom da se praćenjem količine taložnih materija u vazduhu, može utvrditi i stepen zagađenja zemljišta, ispitivanja zemljišta nisu potrebna, osim po nalogu nadležnog inspeksijskog organa. Kako je prašina, koja nastaje rudarskim radovima na površinskim kopovima, inertna i istog je sastava kao i stene koje predstavljaju matični supstrat iz kojeg je nastalo okolno zemljište, da ona ne može da ima negativan uticaj na okolno zemljište. No i pored toga monitoringom je predviđeno da se jednom godišnje određuje kvalitet zemljišta, prema datom planu.

Programom je predviđeno uzorkovanje jalovine iz flotacijskog jalovišta. U uzorcima zemljišta i jalovine će se pored fizičkih karakteristika odrediti i sadržaj teških metala.

Buka

Pored praćenja nivoa buke u cilju predviđanja i prevencije rizika po zdravlje zaposlenih u rudniku, predviđeno je, radi prevencije uticaja buke na lokalnu zajednicu i preduzimanja mera za saniranje nepovoljnih uticaja, merenje buke i na određenim mestima u okolini rudnika a u blizini najbližih objekata stanovanja i za smeštaj domaćih životinja.

Nejonizujuće i jonizujuća zračenja

Imajući u vidu prirodu nejonizujućih zračenja i mesta njenog nastajanja merenja ove vrste zračenja predviđeno je samo u okolini izgrađenih trafostanica i dalekovoda. Na ostalim mestima nije potrebno sprovesti ova merenja jer instalisana oprema ni na kopu ni u flotacijskom pogonu ne može dovesti do povećanja nivoa elektromagnetnog zračenja.

Svi medijumi životne sredine poseduju „prirodni fon“ radioaktivnosti, koji je karakterističan za određeno područje i za određeni medijum i koji se ne menja ukoliko ne dođe do nuklearnih aktivnosti. Odredbe Zakona o zaštiti od jonizujućih zračenja i nuklearnoj sigurnosti ne odnose se na jonizujuća zračenja prirodnog porekla iz svemira na nivou tla, zemljine kore i ljudskog organizma, ako takva zračenja nisu promenjena čovekovim delovanjem.

Međutim, bez obzira na ovu činjenicu, kao potvrda ove konstatacije programom praćenja predviđena su merenja koncentracije prirodnih radionukleida u uzorcima zemljišta, biljaka i voda, kao i praćenje jačine ambijentalne doze gama zračenja. Navedena ispitivanja sprovedeće se na osnovu Pravilnika o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i o načinu sprovođenja dekontaminacije (Sl. list SRJ 9/99). Pored toga, u cilju provere, kretanja urana, koji se prirodno nalazi u rudi fosfata, vršiće se povremeno određivanje sadržaja urana u rudi fosfata, koncentratu i flotacijskoj jalovini pre njenog odvoženja na deponiju. Na ovaj način utvrđivaće se distribucija urana u pojedinim fazama, a izbeći će se mogućnost bilo kakve kontaminacije životne sredine.

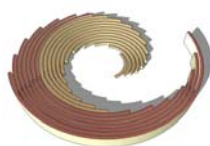
4. ZAKLJUČAK

Rezultati merenja i izvršenih laboratorijskih ispitivanja uzoraka biće prikazani u mesečnim izveštajima, koje će sastavljati ovlašćene laboratorije. Mesečni izveštaji o monitoringu životne sredine biće dostavljani nadležnim vlastima i biće dostupni i lokalnoj zajednici kao i njenim nadležnim organima, kroz razne načine, uključujući i nacionalnu i lokalnu štampu i druge javne institucije. Organizovaće se i zvanični sastanci sa nadležnim lokalni organima u opštini i na samoj lokaciji rudnika pri čemu će se razmatrati stanje životne sredine od opštih informacija pa do najvažnijih problema.

Ocnom i usaglašavanjem dobijenih vrednosti iz programa monitoringa odrediće se trendovi, definisati uzroci i proceniti uticaji. Služba za praćenje i ocenjivanje dobijenih vrednosti će nakon ocene predlagati izmene prakse i postupaka i uvođenja dodatnih tehničkih mera zaštite životne sredine, kao i izmene i dopune Programa. Monitoring će omogućiti razvoj strategije i plana aktivnosti za održivo upravljanje zaštitom životne sredine za predmetnu oblast.

Literatura

1. Expert Inženjering, (2009), *Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta Eksploatacija fosforitne rude iz ležišta Lisina i proizvodnje koncentrata fosfata (K/P_2O_5)*, Šabac,
2. European Commission, (2004), *Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities*
3. Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS, br. 135/04 i 36/09)
4. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. glasnik RS, br. 135/04 i 36/09)
5. Zakon o rudarstvu (Sl. glasnik RS, 44/95, 101/05 - dr. zakon, 85/05 i dr. zakon 34/2006, 104/09)
6. Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka (Sl. glasnik RS 54/92 i 30/99),
7. Uredba o kategorizaciji voda (Sl. glasnik SRS 5/68) i
8. Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SRS 31/82),
9. Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i o načinu sprovođenja dekontaminacije (Sl. list SRJ 9/99).



POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA UGLJA ROTACIONIM BUŠENJEM

OPEN PIT COAL MINING WITH ROTATION DRILLING METHOD

Pavlović V.¹, Matko Z.², Bošković S.³

Apstrakt

Danas je razvijeno nekoliko tehnoloških rešenja eksploatacije uglja sa etaža u završnim konturama površinskih kopova. Jedna od metoda je sistem eksploatacije uglja rotacionim bušenjem koji je počeo da se razvija pre pola veka. Ova metoda je primenjiva u zonama završnih kosina mnogih površinskih kopova uglja širom Evrope, gde veliki koeficijenti otkrivke ili infrastrukturni objekti na terenu ne omogućavaju dalju ekonomičnu eksploataciju. Mogućnost primene metode eksploatacije uglja bušotinama je preliminarno analizirana za uslove površinskog kopa Gračanica-Gacko.

Abstract

Several technologies for coal mining from the benches in the final open pit contour are developed today. One of the methods is the coal mining system with rotational drilling which is developed half of the century ago. This method is applied in the zones of the final open pit contour at many mines all over the Europe, where large overburden coefficient or infrastructural objects at the field interrupts further economical exploitation. Application of this coal mining method by drilling is preliminary analyzed for conditions in open pit mine Gracanica near city Gacko.

¹ Prof. dr Vladimir Pavlović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

² Zlatan Matko, dipl. inž., EFT-Beograd, Bulevar Mihajla Pupina 10b/II, Beograd

³ mr Saša Bošković, dipl. inž., ZP Rudnik i termoelektrana Gacko, Republika Srpska

1. UVOD

Površinski kop i Termoelektrana Gacko u Gatačkom basenu uglja, ima dugoročno planiranu godišnju proizvodnju od 2.2 Mt uglja za snabdevanje termoelektrane snage 250 MW. U završnim konturama površinskog kopa Gračanica u prvoj fazi eksploatacije, u južnom i istočnom delu, ostaje znatna količina uglja koga nije moguće otkopavati zbog položaja objekata i vodotokova. Daljim razvojem, u drugoj fazi eksploatacije uglja površinskim kopom Polje C, zbog nemogućnosti raseljavanja grada i izmeštanja komunikacija, prema projektnim rešenjima se pojavljuju značajne preostale rezerve uglja pogodne za otkopavanje rotacionim bušenjem, posebno na severnom boku završnih kontura. Metoda eksploatacije bušotinama, ukoliko se pokaže njena tehno-ekonomska opravdanost realizacije, treba da se ostvari pre konačnog formiranja unutrašnjih odlagališta površinskih kopova Gračanica i Polje C.

2. TEHNIKA OTKOPAVANJA UGLJA ROTACIONIM BUŠENJEM

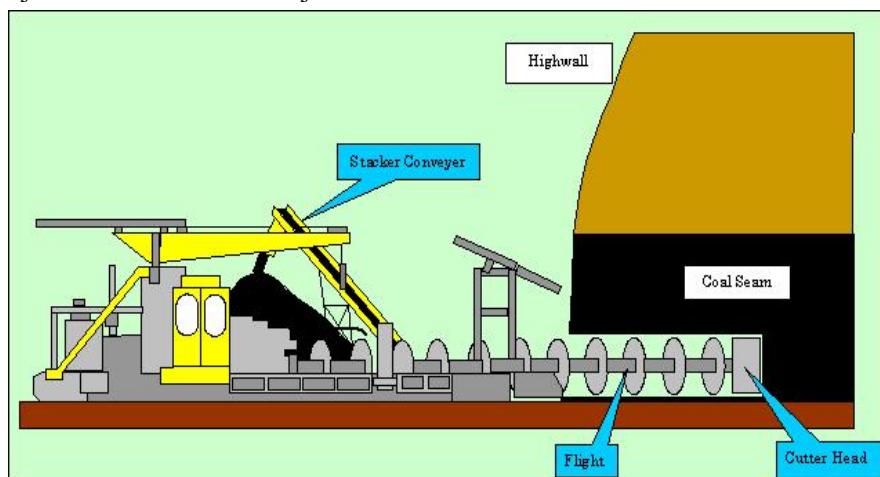
Rotacione bušaće mašine se koriste za selektivno otkopavanje horizontalnih i nagnutih slojeva uglja (do 20°) uglavnom manje debljine bez otkopavanja otkrivke. Koriste se za otkopavanje ležišta ili delova ležišta uglja kod kojih je debljina otkrivke takva da prevazilazi granični koeficijent otkrivke, u završnim konturama površinskih kopova ili u graničnim zonama polja gde nije moguć nesmetani rad rudarske opreme za površinsku eksploataciju. Ova bušotinska oprema je prilagođena za rad na površinskim kopovima uglja pri otkopavanju slojeva različitih debljina u neradnim bokovima ili iz posebnih useka otvaranja (Slika 2.). Ovaj vid eksploatacije pored selektivnog rada, omogućava i dobijanje čistog kvalitetnog uglja čime se znatno smanjuju troškovi pri separisanju.

Bušaće mašine mogu biti sa guseničnim ili koračajućim uređajem za kretanje. Prečnici bušotina rotacionog bušenja su od 500 mm do 3000 mm, a dubina bušenja preko 200 m. Mašine imaju jedan ili dva dizel motora i odgovarajuće reduktore sa stvaranjem dovoljnog hidrauličkog pritiska koji omogućava bušenje dugačkih bušotina. Kapacitet dostiže 150 t/h. Bušaće mašine mogu otkopati relativno veliki procenat preostalih rezervi u zavisnosti od dimenzija i rasporeda bušotina. Gubici uglja u sloju generalno ne prelaze 70%.

Otkopavanje rotacionim bušaćim mašinama, se vrši sa dletima velikih prečnika. Materijal se spiralnim šipkama transportuje do pretovarnog transportera sa kojim se vrši utovar u kamione ili odlaganje na etažu. Prva spiralna šipka pribora ima krunu, a ostale u zavisnosti od dužine u sekcijama se nastavljaju (Slika 1.). Prečnik krune, odnosno bušotine, treba da je oko 50 cm manji od debljine sloja. Poslednja rotaciona spiralna šipka se vezuje za spojnicu bušilice. Koriste se i garniture sa više pribora koji mogu jednovremeno da izvode do pet bušotina.

Mašine mogu biti samohodne (gusenični ili koračajući mehanizam za kretanje) ili polumobilne (na šinama) koje se pomeraju pomoću buldozera. Bušenje i pretovar se vrši na dizel pogon. Postavljanje pribora za bušenje vrši se hidraulično.

Dužina sekcije šipki za nastavljajanje prilagođena je veličini mašine i mogućnosti pomeranja mehanizma za obrtanje u nazad.



Slika 1. Šema rada rotacione bušaće mašine na eksploataciji uglja

Dubina bušenja zavisi od konstruktivnih karakteristika rotacione mašine imajući u vidu pritisak i uvrtnje ali prelazi 200 m. Najosetljiviji deo pribora su spojnice sekcija šipki. Duže sekcije šipki uvećavaju izdržljivost pribora. U procesu bušenja brzina napredovanja se sa dubinom smanjuje. Brzina produbljivanja bušotina prosečno iznosi od 1 m/min do 1.5 m/min.



Slika 2. Koračajuća rotaciona bušaća mašina za površinsku eksploataciju uglja BryDet pri radu u Australiji iz završne kosine kopa (Foxleigh Mine)

Kao primer, na površinskom kopu basena uglja Karoo (Južna Afrika) se koristi rotaciona bušača mašina za eksploataciju uglja BryDet 2348-72 koja ima težinu od 84 t. Sistem za bušotinsku eksploataciju se sastoji od bušaće glave, spiralnih segmenata šipke, mehanizma za učvršćivanje segmenata i viljuškara za dopremu segmenata. Mašinu pokreće dizel motor snage 1000 KS sa hidrauličkom pumpom, koja realizuje pritisak bušenja između 500 i 2000 psi, u zavisnosti od uslova rada. Bušača glava ima prečnik bušenja od 1800 mm i srednju brzinu bušenja od 1.2 m/min. Iz bušotine se ugalj pretovara na samohodni transporter sa koga se ugalj može odlagati na etažnu površinu ili utovarati direktno u kamione. Svakih 4.5 minuta dodaje se sopstvenim kranom segment šipke težak 2.5 tone, dužine 5.4 m. Za bušotinu dužine 120 m koriste se 22 nastavka. Bušača glava služi za otkopavanje uglja koji se dalje kreće obrtanjem spiralnih segmenata do izlaza iz bušotine i pretovara na samohodni transporter. Radne operacije pri otkopavanju bušenjem kontrolišu se iz kabine rukovaoca. Za dodavanje i sklanjanje segmenata koristi se kran bušaće mašine. Pomeranje bušaće mašine na radilištu vrši se pod bilo kojim uglom kontrolisanim koraćanjem preko četiri hidraulička cilindra i pomeranjem dve nezavisne papuče. Dobro nivelisanje mašine je izuzetno važno pre početka bušenja. Premeštanje na drugo radilište, etažu ili kop je jednostavno i može se vršiti poluprikolicom ili transportnim vozom (Slika 3.).



Slika 3. Transport rotacione bušaće mašine sa radilišta poluprikolicom

Na površinskom kopu uglja Central Queensland u Australiji radi rotaciona mašina 1500HB sa prečnikom bušenja 1,900 mm, dubinom bušenja 210 m i smenskim kapacitetom od 1,200 do 1,500 tona.

3. TEHNOLOGIJA OTKOPAVANJA UGLJA ROTACIONIM BUŠENJEM

Dimenzije i raspored bušotina su u funkciji iskorišćenja sloja uglja kao i faktora stabilnosti i sigurnosti eksploatacije. Da ne bi došlo do zarušavanja od opterećenja otkrivanjem, između bušotina i u odnosu na krovinu i podinu, ostavljaju se proračunata sigurnosna rastojanja. Širina rastojanja između bušotina se određuje u zavisnosti od karakteristika uglja kao i materijala krovine i podine, a od nje zavise i gubici uglja. Gubici se javljaju krovinskom i podinskom delu ugljenog sloja debljine do 0.2 h, gde je h debljina sloja uglja. Zbog toga je mogući prečnik bušenja do 0.8 h. Rastojanje između bušotina može se odrediti iz sledeće formule:

$$b = d_b / (S_p * K_k * e / H * G_o * n_g), \text{ m,}$$

gde je:

d_b - prečnik bušotine, m

S_p - otpor na jednoosni pritisak, t/m^2

K_k - koeficijent korekcije za stabilnost bušotine u zavisnosti od odnosa visine sigurnosnog rastojanja do krovine i prečnika bušotine: $K_k = \sqrt{(h_s/d_b)}$

e - koeficijent korekcije za krivolinijski oblik sigurnosnog rastojanja: $e = 1.1 \div 1.25$

H - visina stenskog materijala iznad sigurnosnog rastojanja do terena, m

G_o - srednja zapreminska masa krovinskog materijala (otkrivka), t/m^3

n_g - koeficijent gubitaka zbog neravnomernog pritiska i izmene čvrstoće uglja:
 $n_g = 2 \div 3$

Kao rezultat ostavljanja sigurnosnih rastojanja između bušotina i krovine i podine, gubici uglja pri otkopavanju rotacionim bušaćim mašinama iznose 50÷70%.

Uprošćena metodologija određivanja faktora sigurnosti za eksploataciju uglja bušotinama, bazira se na odnosu proračunatih vrednosti otpora na pritisak izbušenog sloja uglja i opterećenja na sloj. Tako je:

$$\text{Faktor sigurnosti} = \text{Otpor} / \text{Opterećenje},$$

gde je:

$$\text{Otpor} = 7200 * W^{0.46} / h^{0.66};$$

$$\text{Opterećenje} = 25 * H * A1 / A2;$$

W - efektivna širina sigurnosnog stuba (m);

h - visina otkopavanja sloja uglja (m);

H - dubina sloja uglja od površine terena (m);

$A1$ - ukupna površina prostora grupe bušotina na dubini od 1 m;

$A2$ - sigurnosna površina prostora između grupa bušotina na dubini od 1 m.

Jednostavnim iterativnim postupkom se može optimizovati geometrija bušenja za postizanje zahtevanog faktora sigurnosti. Na površinskom kopu u basenu uglja Karoo, realizovana je geometrija bušenja uglja sa bušotinama prečnika 1.8 m na međusobnom rastojanju od 0.5 m, sa sigurnosnom zonom posle svake treće bušotine od 2 m i sa dubinom od 120 m (Slika 4.).

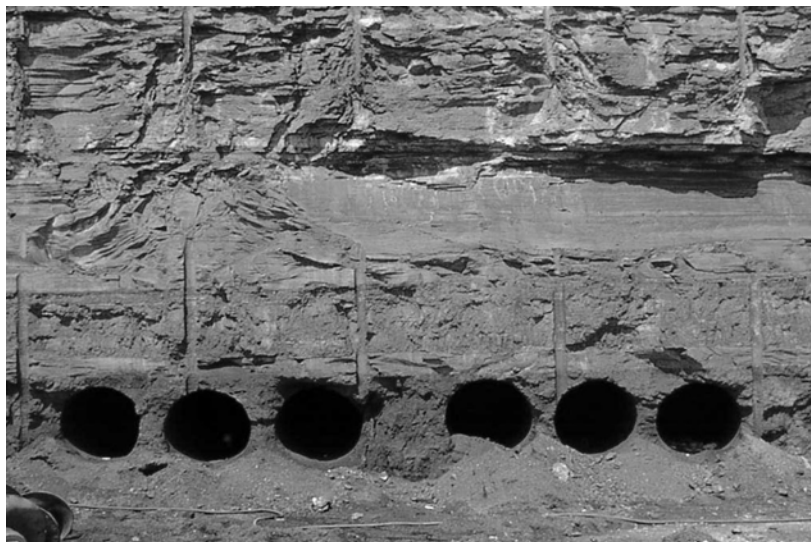
Ciklus bušenja jedne bušotine (T_c) se sastoji od vremena bušenja (t_b), vremena vađenja pribora (t_v), vremena odvijanja i dodavanja, odnosno, oduzimanja jedne sekcije šipki ($t_o + t_d$), vremena premeštanja mašine (t_p), vremena usmeravanja (t_u) i vremena pomoćnih pripremnih i završnih operacija (t_z):

$$T_c = (t_b + t_v) + (t_o + t_d) + t_u + t_p + t_z, \text{ min.}$$

Ukupno vreme za bušenje dubine od 70 m za rotacionu mašinu na uglju, pri srednjoj brzini bušenja od 1.2 m/min (sa dužinom sekcija od 5.4 m i prečnikom bušotine od 1.8 m) iznosi oko 95 min. Vreme vađenja radnog organa pri srednjoj brzini vađenja po sekciji od 2.5 m/min, iznosi oko 65 min.

Tehnički kapacitet rotacionih bušaćih mašina se može dobiti iz sledeće formule:

$$Q_t = 60 * Q_u / T_c, \text{ t/h.}$$



Slika 4. Raspored bušotina na površinskom kopu uglja u basenu Karoo

Eksploatacioni smenski kapacitet iznosi:

$$Q_e = 60 \cdot Q_u \cdot T_s \cdot K_s / T_c =$$

$$= 60 \cdot S_b \cdot L_b \cdot G_u \cdot T_s \cdot K_s / ((L_b / v_b) + (L_b / v_v) + 2 \cdot (n-1)(t_o + t_d) + t_p + t_u + t_z), \text{ t/sm},$$

gde je:

Q_u - količina uglja iz jedne bušotine, t

T_c - vreme ciklusa (pri zadatim uslovima predstavlja sumu vremena operacija za realizaciju jedne bušotine), min

S_b - površina poprečnog preseka bušotine, m^2

L_b - dužina bušotine, m

G_u - zapreminska masa uglja, t/m^3

v_b, v_v - srednja eksploataciona brzina bušenja i vađenja, m/min

n - broj sekcija šipki za kompletnu bušotinu

T_s - broj radnih sati u smeni

K_s - koeficijent smenskog vremenskog iskorišćenja

t_o, t_d - vremena odvijanja i dodavanja, odnosno, oduzimanja jedne sekcije šipki (približno je $t_o=1$ min, a $t_d=2$ min)

Kapacitet rotacionih bušaćih mašina se može uvećati smanjenjem vremena odvrtnja sekcija šipki, premeštanja i montiranja. Najveći uticaj na kapacitet mašine ima prečnik bušotine i broj istovremenih bušenja. Kapacitet mašine pri izradi dve ili tri istovremene bušotine je od dva do tri puta veći u odnosu na jednu bušotinu i sa manjim gubicima uglja. Efektivnost metode na otkopavanju uglja u mnogome zavisi od tehnološke šeme rada mašine.

Širina radne površine se određuje u zavisnosti od tehničkih parametara potrebnih za rad mašine i realizaciju utovara i transporta uglja. Front radova mašine na površinskom kopu se bira tako da ne ugrožava osnovni rad rudnika.

Otkopavanje rotacionim bušaćim mašinama omogućava velike proizvodne učinke po radniku imajući u vidu skraćanje vremena organizacije otkopavanja uglja, brzo postizanje projektovanih kapaciteta, malo uvećanje troškova za podizanje kapaciteta i uvećani stepen mehanizovanosti proizvodnih procesa.

Prednosti ove tehnologije otkopavanja su kompleksna mehanizovanost svih procesa dobijanja uglja, mogućnost selektivnog otkopavanja tankih slojeva uglja, otkopavanje u zonama sa velikim koeficijentom otkrivke, jednostavnost realizacije pripremi i otkopnih radova, mali obim pripremi radova za otkopavanje uglja, mogućnost otkopavanja u bokovima završnih kontura površinskih kopova uglja ili iz useka, otkopavanje zaštitnih stubova podzemnih rudnika uglja i otkopavanje tankih ugljenih slojeva na površinskim kopovima.

Nedostaci otkopavanja rotacionim bušaćim mašinama su veliki gubici uglja koji dostižu 70% zbog ostavljanja sigurnosnih rastojanja između bušotina kako bi se sprečilo obrušavanje krovine i zakrivljenje bušotina, velika količina sitnog uglja koja se uvećava sa povećanjem dužine bušotina, kao i nemogućnost racionalnog iskorišćenja pri otkopavanju slojeva uglja srednje i velike debljine.

4. MOGUĆNOST PRIMENE EKSPLOATACIJE UGLJA BUŠOTINAMA NA POVRŠINSKOM KOPU GRAČANICA

Izvan završne konture površinskog kopa Gračanica-Gacko na delu ležišta uglja Gacko, ostaju neotkopane značajne rezerve uglja. Mogućnost primene eksploatacije preostalog uglja bušotinama preliminarno je analizirana na slojevima izvan severne završne konture dužine oko 1500 m pod nagibom od 8°. Karakteristični poprečni presek ove kosine, sa detaljima bušotine B-525, prikazan je na Slici 5.

Iterativnim postupkom analize odabrani su parametri za proračun rastojanja između bušotina na eksploataciji uglja rotacionom bušaćom mašinom, za visinu sigurnosnog pojasa do krovine podinskog sloja uglja od 0.5 m. Tako rastojanje između bušotina iznosi:

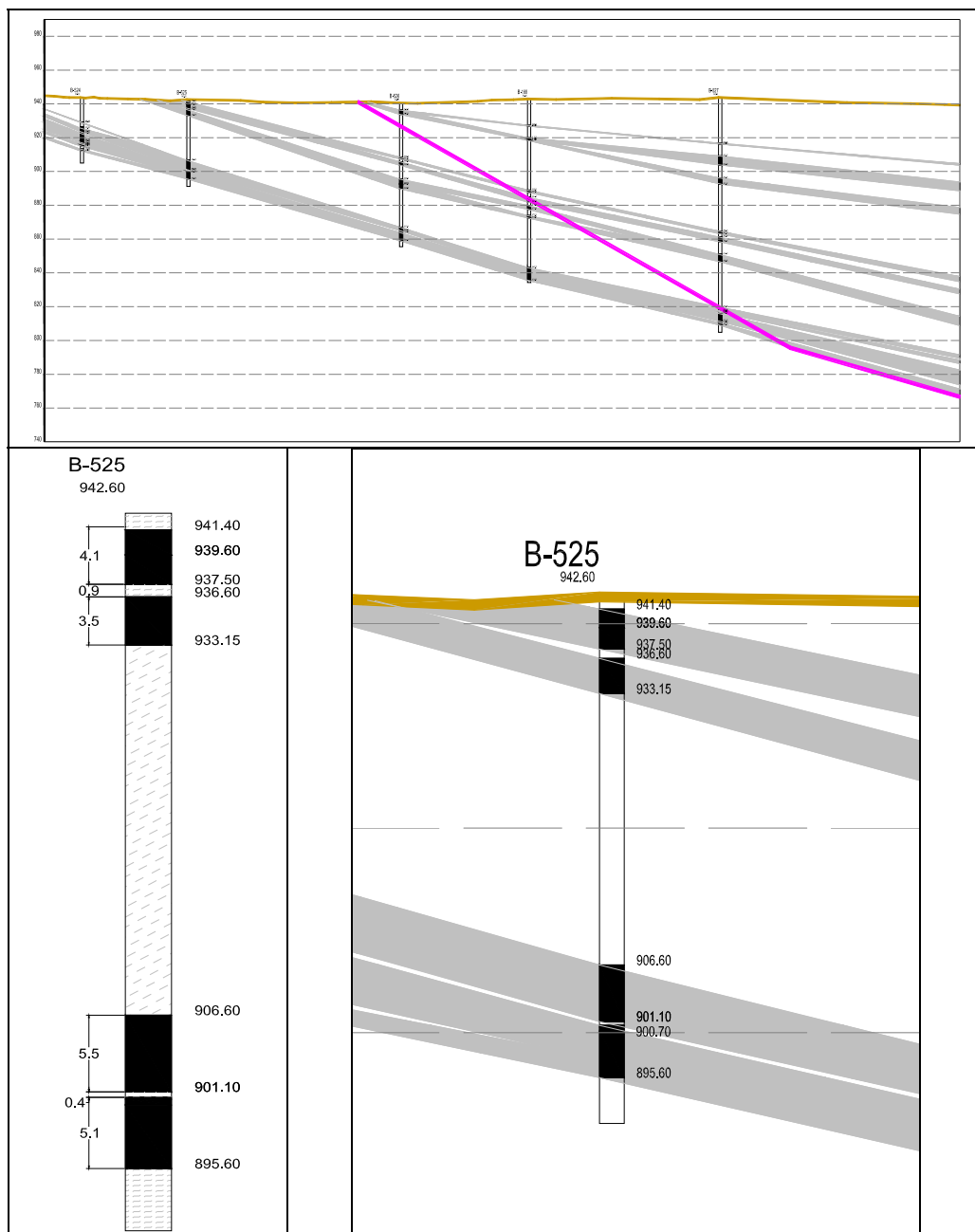
$$b = d_b / (S_p * K_k * e / H * G_o * n_g) = 1.8 / (900 * 0.5 * 1.2 / 35 * 2 * 2) = 0.5 \text{ m.}$$

Geometrija usvojenog rasporeda bušotina u dva reda prikazana je na Slici 6.

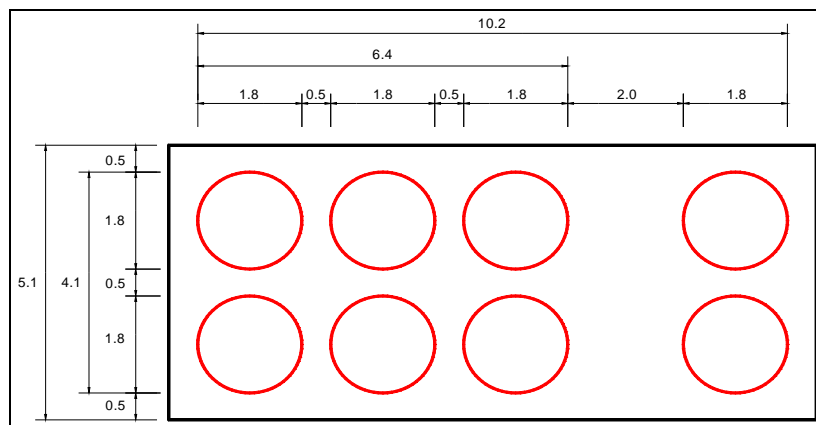
Faktor sigurnosti za eksploataciju uglja dvorednim bušotinama na osnovu usvojenih parametara dobijen je kao odnos proračunatih vrednosti otpora na pritisak izbušenog sloja uglja i opterećenja na sloj. Kako je:

$$Otpor = 7200 * W^{0.46} / h^{0.66} = 7200 * (2 * 2)^{0.46} / 4.1^{0.66} = 5368 \text{ kPa.}$$

$$Opterećenje = 25 * H * A_1 / A_2 = 25 * 35 * (1.8 + 0.5 + 1.8 + 0.5 + 1.8 + 2) * 1 / 2 * 1 = 3675 \text{ kPa.}$$



Slika 5. Poprečni presek severne završne konture kopa sa detaljima bušotine B 525



Slika 6. Geometrija usvojenog rasporeda bušotina

Faktor sigurnosti iznosi:

$$\text{Faktor sigurnosti} = \text{Otpor/Opterećenje} = 5368/3675 = 1.5$$

Iskorišćenje sloja uglja debljine 5.1 m sa otkopavanjem dvorednim bušenjem iznosi 35.6%.

Eksploatacioni smenski kapacitet pri dubini bušenja od 70 m sa 13 segmenata, sa srednjom brzinom od 1.2 m/min i srednjom brzinom vađenja pribora od 2.5 m/min, sa zapreminskom masom uglja od 1.27 i koeficijentom smenskog iskorišćenja vremena od 0.7, iznosi:

$$Q_e = 60 S_b L_b G_u T_s K_s / T_c = 60 \cdot 226 \cdot 5.6 / 180 = 422 \text{ t/sm.}$$

Za poluautomatizovani smenski rad ovog sistema eksploatacije, sa kamionskim transportom uglja, potrebno je šest radnika, što omogućava relativno visoko iskorišćenje radne snage sa oko 16,000 t godišnje po radniku, za dvosmenski rad sa godišnjim vremenom rada od 3,000 sati.

5. ZAKLJUČAK

Primena eksploatacije uglja rotacionim bušaćim mašinama različitih proizvođača, prisutna je dugi niz godina u svetskoj rudarskoj praksi. Ovaj sistem otkopavanja uglja karakteriše veoma siguran rad sa efikasnim rezultatima proizvodnje. Na površinskom kopu Gračanica u fazi zatvaranja, kao i na budućem površinskom kopu Polje C, Gatačkog basena uglja, postoje svi tehničko-tehnološki uslovi za dugoročnu primenu ove tehnologije u zonama izvan završnih kontura. Ipak, do konačne odluke o primeni ovog sistema površinske eksploatacije, neophodna je izrada detaljne Studije opravdanosti, kojom bi se utvrdili u potpunosti tehnološki parametri rada i ekonomski efekti ulaganja u ovu opremu.

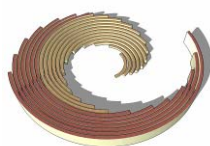
Literatura

1. Lukhele M. J., (2002), *Surface Auger Mining at Rietspruit Mine Services Ltd.*, Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, p.p. 115-120
2. Pavlović V., (1989), *Tehnologija površinskog otkopavanja*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 44-50
3. Pavlović V., (1998), *Sistemi površinske eksploatacije*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 177-187

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

EKSPLOATACIONI KAPACITET KONTINUALNIH SISTEMA PRI SELEKTIVNOM OTKOPAVANJU UGLJA

EXPLOTATIONAL CAPACITY OF CONTINUOUS SYSTEMS BY SELECTIVE OPENPIT COAL MINING

Pavlović V.¹, Jakovljević I.², Stepanović S.³

Apstrakt

Sve složeniji geološki uslovi za eksploataciju uglja uslovljavaju stalne izmene i inovacije tehnologije rada otkopne i transportne opreme i parametara pouzdanosti elemenata kontinualnih sistema na površinskim kopovima. Ovo je posebno izraženo kod sve većeg broja ležišta uglja gde je neizbežna selektivna eksploatacija zbog maksimalnog iskorišćenja ležišta i održavanja kvaliteta uglja prema zahtevima potrošača.

Korišćenjem rezultata simulacije selektivnog rada rotornih bagera u realnom prostoru i pouzdanosti sistema u realnom vremenu, dobijaju se podaci preko kojih se analizom objektivno predviđaju neophodni tehnološki parametri i eksploatacioni kapaciteti kontinualnih sistema pri selektivnoj eksploataciji uglja. Ovako postavljeni metodološki pristup je primenjen pri proračunu eksploatacionih kapaciteta i izboru elemenata kontinualnog etažnog sistema sa dva rotorna bagera SRs 1200 za selektivni rad na prvoj etaži na uglju površinskog kopa Radljevo sa jednim ili dva sistema etažnih transportera.

¹ Prof. dr Vladimir Pavlović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

² dr Ivica Jakovljević, dipl. inž., Elektroprivreda Srbije, Beograd

³ Saša Stepanović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Abstract

Even more complex geological conditions in coal mining conditions constant changes and innovations of excavation and transport equipment working technology and parameters of continuous system elements reliability at open pit mines. This is particularly expressed at most of the coal deposits where selective mining is inevitable because of maximal utilization of the deposit and maintaining of coal quality by the standards of consumers.

Using the simulation results of selective bucket wheel excavator digging in the real space and reliability of the system in real time, receive the data over which the analysis objectively provide the necessary technological parameters and operating capacity of continuous systems with selective mining of coal. This way the methodological approach was applied when calculating the exploitation capacity and choice of continuous work bench systems with the two-bucket wheel excavator SRs 1200 for selective work on the first work coal bench of the open pit mine Radljevo with one or two work bench conveyor systems.

1. UVOD

Proračun pouzdanosti i eksploatacionog kapaciteta kontinualnih sistema pri selektivnom otkopavanju uglja je veoma složen zadatak. On obuhvata detaljno proučavanje pouzdanosti rada svih elemenata sistema uključujući i radnu sredinu, konfiguraciju sistema, kao i tehnologije otkopavanja i mogućih tehničkih kapaciteta i ekonomskih pokazatelja. Analiza pouzdanosti funkcionisanja u znatnoj meri može olakšati izbor opreme kontinualnih sistema za realizaciju zadatog godišnjeg kapaciteta, kao i koncepcije upravljanja procesom selektivne eksploatacije, sa povećanim efektima rada i održavanja, čime se omogućava ekonomičniji rad sistema.

Proračuni parametara pouzdanosti rada se, u principu, baziraju na utvrđenim srednjim vremenima rada do otkaza i vremenima obnavljanja za sve tipove mašina u rudarskom sistemu. Dobijene verovatnoće rada i obnavljanja rotornih bagera i transportera sa trakom i njihove tehničko-tehnološke karakteristike, posebno u odnosu na radnu sredinu, omogućavaju utvrđivanje realnih eksploatacionih kapaciteta pri selektivnoj eksploataciji, a samim tim i tehnoloških i ekonomskih efekata funkcionisanja kontinualnih sistema u celini.

2. POUZDANOST RADA KONTINUALNIH SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE SA SELEKTIVNIM OTKOPAVANJEM

Jedan od osnovnih pokazatelja funkcionisanja kontinualnih sistema u dopuštenim granicama je njegova pouzdanost sa osnovnim osobinama koje u osnovi predstavljaju verovatnoće rada i obnavljanja u toku zadatog vremena.

Analiza i ocena pouzdanosti može se vršiti na bazi postojećih podataka ili na osnovu podataka proizvođača opreme i iskustvenih pokazatelja. Pouzdanost rada kontinualnih sistema u realnom vremenu predstavlja osnovu za definisanje njihovih efekata. Za proračun pouzdanosti ovih sistema neophodno je definisati ulazne parametre. Parametri pouzdanosti sistema dobijaju se na osnovu analize mogućih stanja sistema vezanih ne samo za vremena rada i otkaza opreme, već i uslovljenih drugih neplaniranih i planiranih zastoja, kao i tehnologije otkopavanja na osnovu uticaja radne sredine. Funkcionisanje kontinualnih sistema je definisano kao slučajni proces sa eksponencijalno raspodeljenim vremenima realizacija stanja rada sistema u funkciji toka masa.

Zakon pouzdanosti predstavlja verovatnoću rada sistema u zadanom vremenu t . Funkcionisanje kontinualnih sistema površinske eksploatacije predstavljen je kao Markovski slučajni proces, gde je osnovni parametar vreme pouzdanog rada (T_r). Nivo funkcionisanja je predstavljen radom sistema u zavisnosti od količina materijala u odnosu na kapacitet rotornog bagera u različitim varijantama konfiguracije i tehnologije rada, uključujući i selektivno otkopavanje i ima eksponencijalnu raspodelu oblika: $F_r(t) = \lambda \cdot \exp(-\lambda t)$, za $t > 0$, gde je: $\lambda = (T_r)^{-1}$, i predstavlja srednji intenzitet rada sistema u odgovarajućem stanju sistema u realnom vremenu t .

Zakon obnavljanja sistema u celini, podsistema ili elementa, nakon svih vidova otkaza predstavlja verovatnoću da vreme obnavljanja ne prevaziđe zadato vreme t . Za eksponencijalni zakon raspodele sa parametrom β , koji je inverzna vrednost srednjeg vremena otkaza kontinualnog sistema (T_o) u odgovarajućem stanju sistema u vremenu t , a kojim se dobro može aproksimirati svaki proizvoljni zakon, oblika: $F_o(t) = 1 - \exp(-\beta t)$.

Rešavanjem linearnih algebarskih jednačina za granične verovatnoće stanja:

$$\lambda \cdot P_0 = \beta \cdot P_1 \text{ and } P_0 + P_1 = 1, \quad (1)$$

na jednostavan način se dobijaju granične verovatnoće rada i otkaza sistema:

$$P_0 = \beta \cdot (\lambda + \beta)^{-1} = 1 / (1 + \lambda / \beta), \text{ i } P_1 = \lambda \cdot (\lambda + \beta)^{-1} = \lambda / \beta \cdot (1 + \lambda / \beta). \quad (2)$$

Intenziteti rada i otkaza serijski povezanih elementa sistema, kao što su kontinualni sistemi eksploatacije, iznose:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n, \text{ i} \quad (3)$$

$$\beta = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n / \sum (\lambda_i / \beta_i). \quad (4)$$

Ukoliko se sistem sastoji od (n) serijski povezanih elemenata, verovatnoća rada sistema $P_s(t)$, za verovatnoće rada svakog elementa $P_i(t)$, iznosi:

$$P_s(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (5)$$

Srednja vremena nalaženja sistema u stanju rada i obnavljanja iznose:

$$T_{sr} = \lambda^{-1} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)^{-1}, \text{ i} \quad (6)$$

$$T_{so} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)^{-1} \sum (\lambda_i / \beta_i). \quad (7)$$

Visoko kapacitativni kontinualni sistemi površinske eksploatacije, obzirom na tehnološku povezanost zahtevaju povećanu pouzdanost rada za obezbeđenje planirane proizvodnje u sve složenijim radnim uslovima, a posebno pri selektivnoj eksploataciji.

U okviru površinske eksploatacije sa kontinualnom opremom, a za utvrđivanje parametara pouzdanosti i kapaciteta, radna sredina i parametri ležišta za selektivni rad predstavljaju dodatni element u serijskom sistemu sa svojom verovatnoćom uticaja na rad bagera. U okviru visine bloka rotornog bagera, koji je predviđen za selektivno otkopavanje, postoji (k), od ukupno (n) rezova, kojima se otkopava uglj i (n-k) rezova kojima se otkopavaju jalovinski proslojci. Tako je intenzitet rada na otkopavanju mineralne sirovine λ_{us} , a intenzitet otkopavanja međuslojne jalovine β_{ms} . Oni su recipročne vrednosti srednjih vremena otkopavanja uglja t_{urbf} i vremena otkopavanja međuslojne jalovine t_{mrbf} , gde je r - broj pojasa u okviru bloka, b - broj blokova po dužini fronta i f - broj blokova u pravcu napredovanja fronta. Intenziteti rada na otkopavanju uglja i međuslojne jalovine su:

$$\lambda_{us} = \sum \sum \sum U_{rbf} / \sum \sum \sum t_{rbf}, \quad (8)$$

$$\beta_{ms} = \sum \sum \sum M_{rbf} / \sum \sum \sum t_{rbf}, \quad (9)$$

gde su U i M simboli za odgovarajući broj otkopavanja rezova u uglju i međuslojnoj jalovini.

Analizom informacija o stanjima kontinualnih sistema eksploatacije utvrđuju se strategije pri kojima se u slučaju otkaza vrši obnavljanje i planirano opsluživanje. Visoka pouzdanost postavljenog sistema neophodna je, ne samo sa aspekta optimizacije proizvodnih troškova, već i postavljenih uslova tehničkog i ekološkog funkcionisanja objekta u celini.

3. KAPACITET ROTORNIH BAGERA

Analiza tehničkog kapaciteta na selektivnom otkopavanju uglja vrši se efikasno korišćenjem modela simulacije rada rotornog bagera. Osnovni elementi za model simulacije rada rotornog bagera su rotorni bager sa kinematsko konstruktivnim karakteristikama i determinisana radna sredina sa fizičko-mehaničkim karakteristikama. Model simulacije je baziran na kompletnoj dekompoziciji procesa rada rotornog bagera u vremenu pogonske spremnosti i pruža mogućnost za analizu većeg broja mogućih kombinacija uz uključivanje niza parametara koji imaju bitan uticaj na krajnje rezultate.

Polazna pretpostavka je da se reznom silom bagera mogu savladati otpori kopanju materijala koji se javlja na okonturenom prostoru površinskog kopa, podešavanjem geometrijskih parametara reza. Pored varijacije otpora kopanju radne sredine moguće je izvršiti proračun tehničkog kapaciteta za različite nivoe selekcije prikom otkopavanja proslojaka uglja i jalovine. U odnosu na tehnološke i konstruktivne parametre postojećih rotornih bagera usvojen je nivo selekcije od 1 m.

U modelu simulacije rada rotornog bagera tehnološki proces na otkopavanju sastoji se od osnovnih i pomoćnih operacija tako da se kao tehnološki zaokružena celina za proračun tehničkog kapaciteta izdvaja blok, gde je zaokružen ciklus svih radnih i pomoćnih operacija bagera. Osnovna operacija je rezanje materijala, odnosno otkopavanje, dok su pomoćne operacije manevarski pokreti bagera u pripremi za otkopavanje. Modelirane pomoćne operacije obuhvataju:

- Pomeranje bagera za otkopavanje sledećeg reza u pojasu;
- Manevar bagera za sledeći niži pojas;
- Manevar bagera za sledeći blok.

Obuhvatanjem svih vremena u kojima se odvijaju radne i pomoćne operacije na otkopavanju bloka dolazi se do ukupnog vremena za otkopavanje bloka:

$$T_b = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (t_r + t_{pr})_{ij} + \sum_{i=1}^N t_{p_i} + t_b, \quad (10)$$

gde je: $i(1, \dots, N)$ - broj pojaseva, $j(1, \dots, n)$ - broj rezova, t_r - vreme rezanja, t_{pr} - vreme promene reza, t_p - vreme promene pojasa, t_b - vreme promene bloka.

Vrednost tehničkog kapaciteta rotornih bagera pomnožena sa verovatnoćom rada kontinualnog sistema daje eksploatacioni kapacitet kontinualnog sistema pri masovnom ili selektivnom otkopavanju uglja.

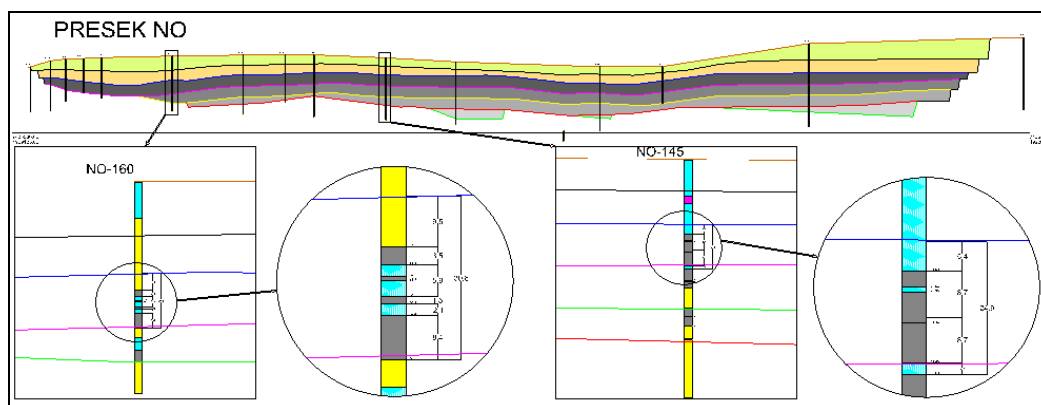
4. SELEKTIVNA EKSPLOATACIJA NA POVRŠINSKOM KOPU RADLJEVO

Detaljna analiza rada rotornih bagera na selektivnom otkopavanju uglja na površinskom kopu Radljevo izvršena je na karakterističnim bušotinama na severnom delu profila NO i to na bušotinama NO-145 i NO-160. Analiza tehničkog kapaciteta je urađena za etažu I BTĐ sistema za rotorni bager tipa SRs 1200*23/1.5 koji ima teoretski kapacitet od 4,800 m³/h. Dužina fronta iznosi 2,500 m. Za proračune pouzdanosti i eksploatacionog kapaciteta sistema analizirane su varijante konfiguracije sa radom dva bagera i jednom etažnom transportnom linijom i dva bagera za zasebnim etažnim transportnim linijama.

Na Slici 1., prikazan je presek površinskog kopa Radljevo po liniji NO sa vertikalnom podelom i položajem i detaljima karakterističnih bušotina, sa vertikalnom podelom na pojaseve otkopavanja na etaži I BTĐ sistema na bušotinama NO-160 (Tabela 4.) i NO-145 (Tabela 5.).

Tehnički kapaciteti rotornog bagera SRs 1200

Proračuni tehničkih kapaciteta rotornog bagera, metodom simulacije, urađeni su za masovni i za selektivni rad. Dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u masivnom radu, u zoni bušotine NO-160 sa visinom etaže od 20.5 m, su prikazani u Tabeli 1.



Slika 1. Presek NO površinskog kopa Radljevo sa vertikalnom podelom na etaže i detaljima karakterističnih bušotina NO-145 i NO-160 sa prikazom strukture ugljenih i jalovih proslojaka

Tabela 1. Analiza masovnog rada rotornog bagera SRs 1200 (NO-160)

Po.	H (m)	B1 (st.)	B2 (st.)	B.R.	D (m)	Lb. (m)	Vmin (min)	Vs (min)	tr (min)	Tr (min)	Tpr (min)	Tpb (min)
1	4.50	90	19	24	0.49	11.76	21.0	17.5	3.43	86.63	2.77	
2	4.00	66	20	21	0.56	11.76	21.0	17.1	2.13	48.94	2.77	
3	4.00	57	25	21	0.56	11.76	21.0	17.3	2.18	50.01	2.77	
4	4.00	51	30	21	0.56	11.76	21.0	17.6	2.17	49.89	2.77	
5	4.00	45	35	21	0.56	11.76	21.0	18.1	2.04	47.05		5.27

ŠIRINA BLOKA: 37 m

ZAPREMINA BLOKA: 8932 čm³

VREME: 301 min

SREDNJI TEHNIČKI KAPACITET: 1781 čm³/h

Oznake po kolonama predstavljaju: Po. - redni broj pojasa, H - visina pojasa, B1 i B2 - uglovi okretanja bagera po pojasevima, B.R. - broj rezova na dužini bloka, d - prosečna debljina rezova po pojasevima, Lb - dužina bloka, Vmin - početna brzina horizontalnog okretanja katarke u osi kretanja bagera, Vs - srednja brzina horizontalnog okretanja katarke, tr - prosečno pojedinačno vreme otkopavanja reza, Tr - ukupno vreme otkopavanja svih rezova u pojasu na dužini bloka, Tpr - vreme promene pojasa i Tpb - vreme promene bloka.

Dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u masivnom radu, u zoni bušotine NO-145 sa visinom etaže od 16.6 m, su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2. Analiza masovnog rada rotornog bagera SRs 1200 (NO-145)

Pojas	H (m)	B1 (st.)	B2 (st.)	B.R.	D (m)	L.Bl. (m)	Vmin (min)	Vs (min)	tr (min)	Tr (min)	Tpr (min)	Tpb (min)
1	4.20	90	23	26	0.55	14.30	21.0	18.4	3.44	94.61	3.23	
2	4.20	67	25	26	0.55	14.30	21.0	17.6	2.37	66.8	3.23	
3	4.20	58	30	26	0.55	14.30	21.0	17.8	2.34	65.9	3.19	
4	4.00	51	35	25	0.58	14.49	21.0	17.9	2.21	60.33		4.92

ŠIRINA BLOKA: 40 m

ZAPREMINA BLOKA: 9427 čm³

VREME: 304.63 min

SREDNJI KAPACITET: 1857 čm³/h

Pregledni rezultati analize rada rotornih bagera u masovnom radu dati su u Tabeli 3. Dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u selektivnom radu, u zoni bušotine NO-160 sa visinom etaže od 20.5 m, su prikazani u Tabeli 4.

Tabela 3. Pregledni rezultati analize rada rotornog bagera SRs 1200 u masovnom radu

Buš.	Teoretski kapacitet (rm ³ /h)	Tehnički kapacitet (čm ³)	Stepen iskorišćenja teoretskog kapaciteta (%)	Ukupno vreme rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme čistog rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme manevarskih pokreta u toku otkopavanja jednog bloka (min)	Učešće manevarskih pokreta u ukupnom vremenu rada (%)
NO 160	4800	1781	37	300.88	289.80	11.08	4
NO 145	4800	1857	39	304.63	290.06	14.57	5

Tabela 4. Analiza selektivnog rada rotornog bagera SRs 1200 (NO-160)

Po.	H (m)	B1 (st.)	B2 (st.)	B.R.	D (m)	L.Bl. (m)	Vmin (min)	Vs (min)	tr (min)	Tr (min)	Tpr (min)	Tpb (min)
1	6.30	90	18	28	0.34	9.52	21.0	16.4	3.62	104.7	2.05	
2	2.30	58	16	12	0.80	9.60	21.0	14.8	2.14	29.19	2.37	
3	3.90	53	23	16	0.60	9.60	21.0	17.3	2.01	35.48	1.79	
4	1.00	46	24	12	0.80	9.60	21.0	15.2	2.14	29.12	1.87	
5	1.40	45	26	12	0.80	9.60	21.0	15.4	2.16	29.4	2.71	
6	5.60	43	35	24	0.40	9.60	21.0	17.4	2.05	52.51		4.58

ŠIRINA BLOKA: 35 m

ZAPREMINA BLOKA: 6826 čm³

VREME: 297 min

SREDNJI KAPACITET: 1377 čm³/h

Dobijeni rezultati analize rada i proračuna tehničkog kapaciteta rotornog bagera metodom simulacije u selektivnom radu u zoni bušotine NO-145 sa visinom etaže od 16.6 m, su prikazani u Tabeli 5.

Tabela 5. Analiza selektivnog rada rotornog bagera SRs 1200 (NO-145)

Po.	H (m)	B1 (st.)	B2 (st.)	B.R.	D (m)	L.Bl. (m)	Vmin (min)	Vs (min)	tr (min)	Tr (min)	Tpr (min)	Tpb (min)
1	3.70	90	20	20	0.63	12.60	21.0	18.4	3.35	71.46	3.25	
2	5.80	66	24	34	0.37	12.58	21.0	15.5	2.68	95.74	3.25	
3	5.80	52	33	34	0.37	12.58	21.0	15.8	2.58	92.04	2.34	
4	1.30	42	35	15	0.84	12.60	21.0	16	2.21	37.46		5.15

ŠIRINA BLOKA: 38 m

ZAPREMINA BLOKA: 7886 čm³

VREME: 313 min

SREDNJI KAPACITET: 1513 čm³/h

U Tabeli 6. dati su pregledni rezultati analize rada rotornih bagera SRs 1200*23/1.5 u selektivnom radu na otkopavanju uglja na pozicijama karakterističnih bušotina.

Tabela 6. Pregledni rezultati analize rada rotornog bagera SRs 1200 u selektivnom radu

Bušotina	Teoretski kapacitet (rm ³ /h)	Tehnički kapacitet (čm ³)	Stepen iskorišćenja teoretskog kapaciteta (%)	Ukupno vreme rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme čistog rada na otkopavanju jednog bloka (min)	Vreme manevarskih pokreta u toku otkopavanja jednog bloka (min)	Učešće manevarskih pokreta u ukupnom vremenu rada (%)
NO-160	4800	1377	34.42	297.42	282.05	15.37	5.17
NO-145	4800	1513	37.81	312.80	298.81	13.99	4.47

Iz Tabele 3. i Tabele 6. se može jasno zaključiti da je na lokaciji bušotine NO-160, tehnički kapacitet rotornog bagera u selektivnom radu umanjen je za 23% u odnosu na kapacitet u masovnom otkopavanju. Na lokaciji bušotine NO-145, tehnički kapacitet u selektivnom radu umanjen je za 19% u odnosu na kapacitet u masovnom otkopavanju.

Analiza pouzdanosti i eksploatacionih kapaciteta sistema u selektivnom radu

Izvršena je analiza pouzdanosti i eksploatacionih kapaciteta pri radu dva rotorna bagera na etaži I BT sistema, od kojih je prvi u položaju kod bušotine NO-160 (RB1), a drugi u položaju bušotine NO-145 (RB2), za maksimalni potrebni godišnji etažni kapacitet od 8,800,000 m³.

Ulazni tehnoški parametri i parametri pouzdanosti rada su:

Intenziteti otkaza i obnavljanja rotornog bagera: $\lambda_3 = 0.2$; $\beta_3 = 0.9$.

Srednji maksimalni tehnički kapaciteti (Q_t) rotornog bagera SRs 1200 za otpor kopanju od 800 N/cm iznose (Tabela 3.):

$$Q_{tRB1} = 1781 \text{ čm}^3/\text{h} \text{ i } Q_{tRB2} = 1857 \text{ čm}^3/\text{h}$$

Širina bloka:

$$BRB1 = 35 \text{ m i } BRB2 = 38 \text{ m}$$

Visina bloka:

$$HRB1 = 20.5 \text{ m (6 pojasa = 3 u uglju+3 u jalovini)}$$

$$HRB2 = 16.6 \text{ m (4 pojasa = 2 u uglju+2 u jalovini)}$$

Dubina bloka:

$$DRB1 = 9.6 \text{ m i } DRB2 = 12.6 \text{ m}$$

Broj blokova po dužini fronta:

$$b_{RB1} = 156 \text{ i } b_{RB2} = 119$$

Broj blokova po pravcu napredovanja fronta: $f = 2$

Intenziteti otkaza i obnavljanja etažnih transportera:

$$\lambda_{2RB1} = \lambda_{2RB2} = 0.02; \beta_{2RB1} = \beta_{2RB2} = 0.8$$

Intenziteti otkaza i obnavljanja razdelnih uređaja:

$$\lambda_1 = 0.03; \beta_1 = 0.7$$

Intenziteti otkaza i obnavljanja grupe stacionarnih transportera:

$$\lambda_g = 0.04; \beta_g = 0.5$$

Vreme selektivnog otkopavanja uglja:

$$Tru_{RB1} = 29+29+53 = 111 \text{ min; } Tru_{RB2} = 96+92 = 188 \text{ min}$$

Vreme selektivnog otkopavanja jalovine:

$$Trm_{RB1} = 105+35+29 = 169 \text{ min; } Trm_{RB2} = 71+37 = 108 \text{ min}$$

Intenziteti otkaza i obnavljanja pri selektivnom otkopavanju uglja:

$$\lambda_{usRB1} = 3/111 = 0.03$$

$$\beta_{msRB1} = 3/169 = 0.02$$

$$\lambda_{usRB2} = 2/188 = 0.01$$

$$\beta_{msRB2} = 2/108 = 0.02$$

Izvršen je proračun pouzdanosti i kapaciteta paralelno povezanih linija transportera etažnog sistema sa radom prvog rotornog bagera u zoni bušotine NO-160 (RB1) sa dva etažna transportera i razdelnom stanicom i drugog rotornog bagera u zoni bušotine NO-145 (RB2) sa jednim etažnim transporterom i razdelnom stanicom za pretovar na stacionarne transportere za ugalj ili za jalovinu. Dobijeni su sledeći rezultati:

Intenzitet otkaza i obnavljanja rotornog bagera u zoni bušotine NO-160 (RB1) uz selektivni rad (3., 4., 8. i 9.):

$$\lambda_{RB1} = a_1 = \lambda_3 + \lambda_{usRB1} = 0.2 + 0.03 = \mathbf{0.23}$$

$$\beta_{RB1} = b_1 = (\lambda_3 + \lambda_{usRB1}) / ((\lambda_3 / \beta_3 + \lambda_{usRB1} / \beta_{msRB1})) = 0.23 / (0.22 + 1.5) = \mathbf{0.13}$$

Stacionarne verovatnoće rada (P_0) i otkaza (P_1) rotornog bagera RB1 pri selektivnom radu (2.):

$$P_0RB1 = 0.361; P_1RB1 = 0.639$$

Verovatnoća selektivnog rada u uglju kontinualnog sistema sa rotornim bagerom (RB1) sa dva etažna transportera, razdelnom stanicom i grupom stacionarnih transportera (5.):

$$P_{0s}RB1 = 0.361 * 0.98 * 0.98 * 0.96 * 0.93 = \mathbf{0.310}$$

Eksploatacioni časovni kapacitet kontinualnog sistema sa rotornim bagerom (RB1) u uglju 39.6%:

$$Q_{eu}RB1 = 0.310 * 1781 = \mathbf{552 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Verovatnoća selektivnog rada u jalovini kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB1 sa dva etažna transportera, razdelnom stanicom i grupom stacionarnih transportera (5.):

$$P_{1s}RB1 = 0.639 * 0.98 * 0.98 * 0.96 * 0.93 = \mathbf{0.548}$$

Eksploatacioni časovni kapacitet dela kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB1 u jalovini 60.4%:

$$Q_{em}RB1 = 0.548 * 1781 = \mathbf{976 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Srednji eksploatacioni časovni kapacitet na uglju i jalovini (59% od tehničkog kapaciteta):

$$\mathbf{Q_{es}RB1 = 808 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Intenzitet otkaza i obnavljanja rotornog bagera u zoni bušotine NO-145 (RB2) uz selektivni rad:

$$\lambda_{RB2} = a_2 = \lambda_3 + \lambda_{us}RB2 = 0.2 + 0.01 = \mathbf{0.21}$$

$$\beta_{RB2} = b_2 = (\lambda_3 + \lambda_{us}RB2) / ((\lambda_3 / \beta_3 + \lambda_{us}RB2 / \beta_{ms}RB2)) = 0.21 / (0.22 + 0.5) = \mathbf{0.29}$$

Stacionarne verovatnoće rada (P_0) i otkaza (P_1) rotornog bagera RB2 pri selektivnom radu:

$$P_0RB2 = 0.580; P_1RB2 = 0.420$$

Verovatnoća selektivnog rada u uglju kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB2 sa jednim etažnim transporterom, razdelnom stanicom i grupom stacionarnih transportera:

$$P_{0s}RB2 = 0.580 * 0.98 * 0.96 * 0.93 = \mathbf{0.507}$$

Eksploatacioni časovni kapacitet dela kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB2 u uglju 63.5%:

$$Q_{eu}RB2 = 0.507 * 1857 = \mathbf{1077 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Verovatnoća selektivnog rada u jalovini kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB2 sa jednim etažnim transporterom, razdelnom stanicom i grupom stacionarnih transportera:

$$P_{1sRB2} = 0.420 \cdot 0.98 \cdot 0.96 \cdot 0.93 = \mathbf{0.367}$$

Eksploatacioni časovni kapacitet dela kontinualnog sistema sa rotornim bagerom RB2 u jalovini 36.5%:

$$Q_{emRB2} = 0.367 \cdot 1857 = \mathbf{682 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Srednji eksploatacioni časovni kapacitet na uglju i jalovini (62% od tehničkog kapaciteta):

$$Q_{esRB2} = \mathbf{933 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Zbirni srednji eksploatacioni kapacitet paralelnog kontinualnog sistema na I BTĐ etaži iznosi:

$$Q_{eeps} = \mathbf{1741 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Zbirni srednji godišnji eksploatacioni kapacitet paralelnog kontinualnog sistema na I BTĐ etaži sa proračunatih 5,330 h efektivnog rada iznosi 9,279,530 m³ čime se obezbeđuje planirani kapacitet sa 5% neophodne rezerve.

U okviru jednog rednog sistema sa dva bagera i jednom linijom etažnih transportera mogući su sledeći slučajevi:

- Oba bagera se nalaze u položaju da otkopavaju uglj;
- Oba bagera se nalaze u položaju da otkopavaju jalovinu;
- Jedan bager se nalazi u položaju da otkopava jalovinu, a drugi uglj, tok materijala postoji samo na jalovini;
- Jedan bager se nalazi u položaju da otkopava jalovinu, a drugi uglj, tok materijala postoji samo na uglju.

Kada su rotorni bageri SRs 1200, angažovani u okviru istog rednog sistema, nalaze u različitim sredinama (uglj/jalovina), tok materijala na uglju, odnosno samo na jalovini je posmatran kao slučajni događaj. Rezultati proračuna stepena jednovremenosti rada oba bagera u sistemu, na severnom delu profila NO, prikazani su u Tabeli 7.

Tabela 7. Slučajevi pojavljivanja otkopavanja u uglju i jalovini

Ukupan broj blokova	I BTĐ sistem			
	1	2	3	4
272	110	79	81	2
Stepen iskorišćenja kapaciteta sistema sa dva rotorna bagera i jednom etažnom transportnom linijom	0.85			

1 - Broj blokova kada su oba bagera u uglju

2 - Broj blokova kada su oba bagera u jalovini

3 - Broj blokova kada je jedan bager u uglju, a drugi u jalovini

4 - Broj blokova kada su oba bagera u manevarskom pokretu

Zbirni srednji eksploatacioni kapacitet rednog kontinualnog sistema na I BTĐ etaži iznosi:

$$Q_{eeps} = 1741 \cdot 0.85 = \mathbf{1480 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Zbirni srednji godišnji eksploatacioni kapacitet rednog kontinualnog sistema na I BTD etaži sa proračunatih 5,330 h efektivnog rada iznosi 7,888,400 m³ čime se ne obezbeđuje planirani godišnji kapacitet od 8,800,000 čm³.

5. ZAKLJUČAK

Proračun tehničkih kapaciteta rotornih bagera SRs 1200 na prvoj etaži na uglju površinskog kopa Radljevo, modelom simulacije, izvršen je u zonama bušotina NO-160 i NO-145 severnog dela Profila NO, za selektivni i masovni rad. Uporedni rezultati proračuna dati su u Tabeli 8. Prema dobijenim rezultatima i mogućim časovnim tehničkim kapacitetima na prvoj etaži na uglju, u selektivnom radu, rotorni bager SRs 1200 ostvaruje niže vrednosti. Na lokaciji bušotine NO-160, tehnički kapacitet rotornog bagera u selektivnom radu umanjen je za 23% u odnosu na kapacitet u masovnom otkopavanju dok je na lokaciji bušotine NO-145, tehnički kapacitet u selektivnom radu umanjen je za 19%.

Tabela 8. Tehnički časovni kapaciteti rotornog bagera SRs 1200

Bušotina	Teoretski kapacitet (m ³ /h)	Tehnički kapacitet u selektivnom radu (čm ³)	Tehnički kapacitet u masivnom radu (čm ³)
NO-160	4800	1377	1781
NO-145	4800	1513	1857

Izvršen je proračun pouzdanosti i eksploatacionih kapaciteta varijanti paralelno i redno povezanih linija transportera etažnog sistema sa radom dva rotorna bagera. Uporedni rezultati proračuna eksploatacionih časovnih i godišnjih kapaciteta sa efektivnim vremenom rada od 5,330 h, dati su u Tabeli 9.

Tabela 9. Eksploatacioni časovni kapaciteti rotornog bagera SRs 1200

Eksploatacioni kapacitet paralelnog etažnog sistema transportera u selektivnom radu (čm ³ /h)	Eksploatacioni kapacitet rednog etažnog sistema transportera u selektivnom radu (čm ³ /h)	Godišnji eksploatacioni kapaciteti paralelnog/rednog etažnog sistema u selektivnom radu (čm ³ /god)
1741	1480	9,279,530 / 7,888,400

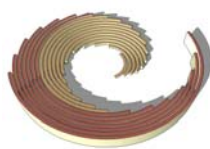
Rezultati proračuna godišnjih eksploatacionih kapaciteta pokazuju da se potrebni godišnji kapacitet etažnog sistema ne može realizovati sa jednom redno postavljenom linijom transportera. Zbog toga je, na prvoj etaži na uglju površinskog kopa Radljevo, usvojena varijanta rada paralelnog kontinualnog sistema sa rotornim bagerima SRs 1200 u selektivnom radu. Pored rotornog bagera u zoni bušotine NO-160, sistem čine dva etažna transportera i razdelni uređaj koji prebacuje materijal na stacionarne transportere.

Drugi rotorni bager u zoni bušotine NO-145 radi sa jedim etažnim transporterom i razdelnim uređajem koji prebacuje materijal na stacionarne transportere. Prema podacima iz analize pouzdanosti rada i kapaciteta elemenata koninualnog serijskog etažnog sistema sa selektivnim otkopavanjem na prvoj etaži (I BTĐ sistem), stacionarne verovatnoće rada i obnavljanja rotornih bagera u zoni bušotine NO-160 iznose 0.361 i 0.639, dok su u zoni bušotine NO-145 ove verovatnoće 0.58 i 0.42.

Zahtevani potrebni godišnji kapacitet od 8,800,000 m³ se može realizovati paralelno postavljenim etažnim sistemom transportera sa dva rotorna bagera za 5,330 časova zadatog efektivnog vremena rada sistema i sa 5% neophodne rezerve u kapacitetu.

Literatura

1. Barlow R. E., (1998), *Engineering Reliability*, SIAM Series on Statistics and Applied Probability, Philadelphia, p.p. 137-148
2. Pavlović V., (1989), *Continuous Mining Reliability*, Ellis Horwood Limited, Chichester, p.p. 16-22
3. Pavlović V., Jakovljević I., Stepanović S., (2010), *Bucket wheel excavator selective coal mining output*, 10th ISCSM-10, Freiberg, p.p. 104-113
4. Pavlović V., Stepanović S., Mitrović S., (2009), *Izbor opreme kontinualnih sistema površinske eksploatacije pri selektivnom otkopavanju uglja*, VIII Međunarodna Konferencija NEMETALI 2009, Vrujci, str. 236-254
5. Ross S. M., (1997), *Introduction to Probability Models*, Academic Press, San Diego, p.p. 511-515
6. Taha H. A., (1989), *Operation Research*, Macmillan Publishing Company, New York, p.p. 608-630
7. Wolstenholme L. C., (1999), *Realibility Modelling*, Chapman and Hall, London, p.p. 149-160



SANACIJA SPOLJAŠNJEG ODLAGALIŠTA POVRŠINSKOG KOPA PODBUKOVI-VALJEVO

SANATION OF PODBUKOVI OPENPIT MINE SPOIL DUMP

Petrović B.¹, Milošević D.²

Apstrakt

Izvođenje radova na površinskim kopovima tehničko-građevinskog kamena u Srbiji uglavnom se odvija bez poštovanja osnovnih pravila izvođenja rudarskih radova: nepostojanja projektne dokumentacije za izvođenje radova i odlaganje materijala bez formiranja etaža na odlagalištu. Kao rezultat ovakvog rada, nastaju odlagališta sa velikim visinama i visokim vrednostima uglova nagiba radnih i završnih kosina, što najčešće za posledicu ima pojavu klizišta na njima.

Ključne reči: *Odlagalište, nestabilnost, geomehanički proces*

Abstract

Performing works on disposal of material in surface mining of stone for civil industry in Serbia are mostly carried out without respecting the basic rules mining, lack of project documentation for forming the dump and depositing material without forming appropriate benches on dumps. The result of these works is a forming the high external dump with high angles of inclination of the working and final slope which results in an increased risk of landslides in a dump.

Keywords: *Dump, instability, geotechnical processes*

¹ mr Branko Petrović, dipl. inž. rudarstva, PD RB Kolubara, Lazarevac

² Dragan Milošević, dipl. inž. rudarstva, Terragold&co doo, Beograd

1. UVOD

Radovi na odlaganju materijala na površinskom kopu Podbukovi, u prethodnom periodu, vršeni su bez projektne dokumentacije i formiranih etaža na odlagalištu. Kao posledica ovakvih radova postignuta je ukupna visina spoljašnjeg odlagališta od preko 90 metara sa nagibom od čak 36°. Ovako formirana završna kosina nije mogla biti stabilna i krajem 2009. godine došlo je do klizanja znatnih količina odloženog materijala.

2. OPŠTI PODACI O LOKALITETU

Ležište krečnjaka Podbukovi nalazi se na jugozapadnoj padini Bačevačkog visa (891 m) neposredno iznad ušća reke Kozlice u Bukovsku reku, u selu Bačevac, SO Valjevo. Ležište je udaljeno od Valjeva oko 22 km, od Požege 37 km, a od Beograda 110 km.

Geološka građa ležišta

U geološkoj građi ležišta Podbukovi učestvuju krečnjaci ladinskog kata, krečnjaci gornjeg trijasa i lijaski krečnjaci sa rožnačkim kvrgama. U neposrednoj blizini ležišta javljaju se i tvorevine dijabaz-rožnačke formacije.

Tektonika

Šira okolina ležišta Podbukovi bila je izložena jakim tektonskim pokretima u više faza. Zastupljeni su i disjunktivni i plikativni tektonski oblici. Teren se odlikuje lineralnim rasporedom sedimenata, velikim intenzitetom ubiranja (izoklini nabori), tipično kraljuštastom građom i navlačenjem manjih razmera prema JZ.

Hidrogeološke karakteristike ležišta

Teren koji obuhvata ležište krečnjaka Podbukovi je vrlo jednostavnih hidrogeoloških odnosa. Ladinski, gornje trijaski i lijaski krečnjaci u ležištu Podbukovi su jako tektonski polomljeni i na površini karstifikovani. Prsline i pukotine su proširene i u dubljim delovima krečnjačke mase stvoreni su kanali i kaverne, tako da je cela krečnjačka masa postala šupljikava.

Atmosferska voda koja pada na ovakvu krečnjačku podlogu brzo se procedi i bez zadržavanja ponire u unutrašnjost. Površinsko oticanje-slivanje je moguće jedino posle obilnih padavina duž istočnog oboda ležišta, po jaruzi, čije je dno prekriveno glinovitim materijalom.

Fizičko-mehaničke karakteristike materijala koji se odlaže

Za potrebe sanacije spoljašnjeg odlagališta na površinskom kopu Podbukovi, u Laboratoriji za geomehaniku Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu, izvršena su neophodna ispitivanja čime su definisana osnovna fizičko-mehanička svojstva odloženog materijala.

Tabela 1. Rezultati laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja materijala na odlagalištu

Oznaka uzorka	W (%)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	ρ (t/m ³)	Ugao prirodog držanja	Granulometrijski sastav (%)				
					ϕ	Drob. 100 -60	Šljun. 60-2	Pesak 2-0.06	Praš. 0.06-0.002	Glina <0.002
					(°)					
Vrh odlagališta	6.55	16.57	15.55	1.689	30° 04'	0	65	31	4	0
Sredina odlagališta	6.81	16.65	15.59	1.697	32° 17'	0	75	20	5	
Nožica odlagališta	7.15	16.90	15.77	1.723	33° 34'	0	80	20	0	0

3. STANJE ODLAGALIŠTA PRE POJAVE KLIZIŠTA

Odlaganje otkrivke i podrešetnog proizvoda je u početku vršeno od kote 440 do kote 450, odnosno 455 iznad pristupnog puta koji prolazi iznad stabilnog postrojenja. Ovo odlagalište je napušteno devedesetih godina najverovatnije usled velikih troškova transporta.

Sve količine otkrivke koje su otkopavane na površinskom kopu kao i podrešetnog proizvoda izdvojenog na primarnom drobljenju, odlagane su direktno sa kote 525, tj. nivoa odlagališnog transportera podrešetnog proizvoda, do kote 465.



Slika 1. Panorama ležišta Podbukovi sa odlagalištem pre klizanja masa

Obzirom na nagib terena koji predstavlja podlogu odlagalištu i način odlaganja masa, formirano je odlagalište ukupne visine preko 90 metara sa nagibom do čak 36°.

Od momenta napuštanja starog spoljašnjeg odlagališta na koti 455, pa do momenta pojave klizišta 2009. godine, na spoljašnjem odlagalištu odloženo je oko 200,000 m³ jalovine i podrešetnog proizvoda. Granulometrijski sastav odloženog materijala pokazuje da je od 65 do 80 % materijala granulometrije od 2 do 60 mm, kao i da je 20 do 30 % pesak granulometrije od 0.06 do 2 mm, a preostalih do 5 % je glina ispod 0.06 mm.

4. STANJE ODLAGALIŠTA POSLE KLIZANJA MASA

Kao posledica napred navedenih aktivnosti, došlo je do pojave klizišta na spoljašnjem odlagalištu. Ukupna količina materijala koji je kliznuo na kosini odlagališta iznosi oko 40,000 m³. Sve mase koje su kliznule spustile su se ispod kote 500, zauzevši ugao od 20°. Preostali materijal iznad kote 500 do kote 535 zadržao je nagib od 37°.



Slika 2. Panorama ležišta Podbukovi sa odlagalištem posle klizanja masa

5. ANALIZA GEOMEHANIČKE STABILNOSTI KOSINA ODLAGALIŠTA

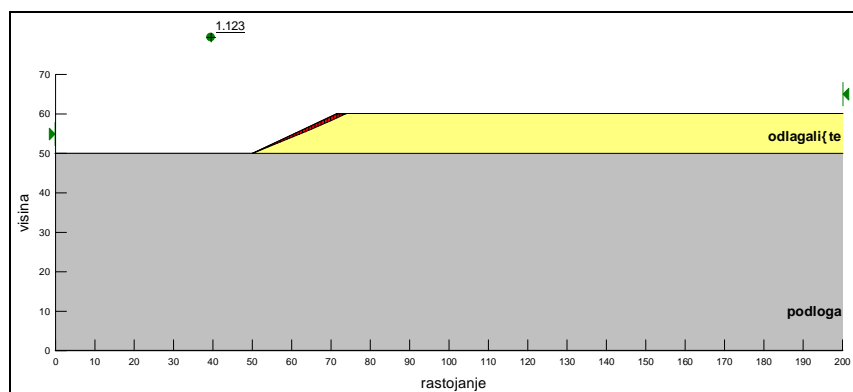
Analiza stabilnosti kosina odlagališta izvršena je za različite vrednosti pornog pritiska ($r_u = 0$, $r_u = 0.2$ i $r_u = 0.5$) i to metodama Bishopa, Janbua i Morgenstern Pricea (programski paket *Slope/W* v.5.11). Rezultati proračuna prikazani su grafički i tabelarno (Slike 3., 4. i 5.; Tabele 2. i 3.).

Radna kosina

Na osnovu karakteristika materijala koji se odlaže, ukupne visine spoljašnjeg odlagališta, mogućnosti formiranja pristupnih puteva do radnih kosina odlagališta i dr. za radnu kosinu spoljašnjeg odlagališta usvojena je visina od 10 m.

Za usvojenu visinu izvršena je analiza stabilnosti za različite uglove nagiba, od 21° do 26°, kao i za različite vrednosti zavodnjenosti materijala koji se odlaže (Tabela 2.). Za merodavnu vrednost zavodnjenosti usvojena je vrednost $r_u=0.2$ imajući u vidu da se na spoljašnje odlagalište odlaže materijal koji se dobija posle pranja miniranog materijala na vibro dodavaču primarne drobilice.

Za proračun stabilnosti radnih kosina usvojeni su sledeći parametri: $\gamma = 16.90$ KN/m³; $C = 0$ KN/m²; $\phi = 32.28^\circ$.



Slika 3. Stabilnost parcijalne etaže H=10 m

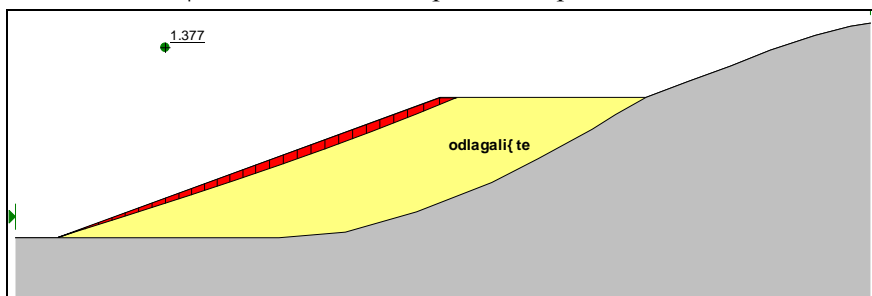
Tabela 2. Rezultati proračuna za parcijalnu kosinu H=10 m

r_u	Metode	F_s	F_s	F_s	F_s	F_s	F_s	F_s
		20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°
0.0	Bishop	1.855	1.753	1.670	1.617	1.526	1.476	1.412
	Janbu	1.841	1.736	1.660	1.607	1.516	1.467	1.406
	Morgenstern-Price	1.848	1.745	1.665	1.612	1.521	1.471	1.409
0.2	Bishop	1.442	1.357	1.289	1.244	1.169	1.127	1.074
	Janbu	1.430	1.343	1.280	1.236	1.160	1.119	1.068
	Morgenstern-Price	1.435	1.350	1.284	1.240	1.165	1.123	1.071
0.5	Bishop	0.824	0.767	0.720	0.690	0.638	0.608	0.571
	Janbu	0.812	0.754	0.710	0.680	0.627	0.598	0.562
	Morgenstern-Price	0.817	0.759	0.714	0.683	0.631	0.602	0.564

Rezultat analize ukazuje da ugao nagiba radne kosine odlagališta može biti maksimalno 25° pri visini etaže od 10 m.

Završna kosina

Za proračun stabilnosti završne kosine usvojeni su sledeći parametri: $\gamma = 16.90 \text{ KN/m}^3$; $C = 0 \text{ KN/m}^2$; $\phi = 32.28^\circ$. Rezultati proračuna prikazani su na Slici 4. i Tabeli 3.

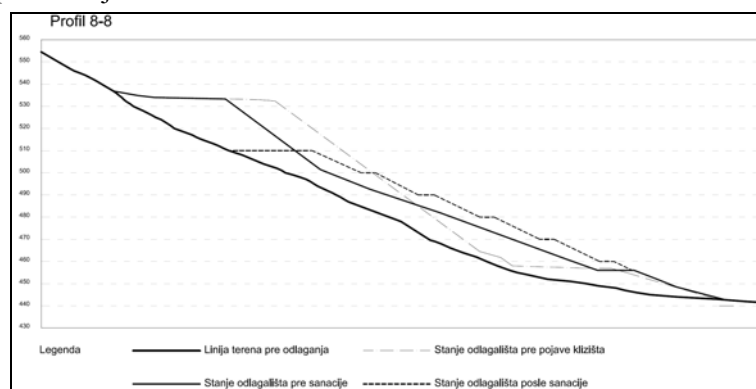


Slika 4. Stabilnost završne kosine H = 65 m i $\alpha_z = 20^\circ$

Tabela 3. Rezultati proračuna za parcijalnu kosinu $H=65$ m i $\beta_z = 20^\circ$

r_u	metode	F_s	F_s	F_s	F_s	F_s
		18°	19°	20°	21°	22°
0.0	Bishop	2.034	1.911	1.799	1.699	1.605
	Janbu	1.989	1.876	1.775	1.673	1.597
	Morgenstern-Price	1.991	1.878	1.777	1.675	1.600
0.2	Bishop	1.588	1.487	1.395	1.313	1.235
	Janbu	1.551	1.459	1.375	1.290	1.228
	Morgenstern-Price	1.553	1.460	1.377	1.292	1.231
0.5	Bishop	0.922	0.855	0.793	0.737	0.683
	Janbu	0.894	0.832	0.775	0.717	0.674
	Morgenstern-Price	0.897	0.834	0.777	0.726	0.677

Ugao nagiba završne kosine na odlagalištu može biti maksimalno 20° , za ukupnu visinu završne konture od 65 m. Karakterističan profil stanja radova posle sanacije odlagališta prikazan je na Slici 5.



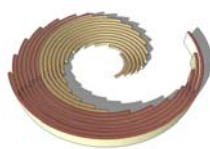
Slika 5. Karakterističan profil sanacije odlagališta

6. ZAKLJUČAK

Za dalji razvoj radova na odlaganju materijala na spoljašnje odlagalište površinskog kopa Podbukovi neophodno je formirati radne etaže visine 10 m, nagiba 25° , sa širinom berme od 6.4 m. Takođe je neophodno smanjiti ukupnu visinu spoljašnjeg odlagališta sa ukupnih 90 m na najviše 65 m, formirati završnu kosinu maksimalnog ugla nagiba od 20° , čime se postiže stabilnost spoljašnjeg odlagališta i mogućnost za siguran rad.

Literatura

1. GIS doo, (2010), *Elaborat o rezervama krečnjaka kao tehničkog građevinskog kamena u ležištu Podbukovi kod Valjeva*, Beograd
2. Terragold&co doo, (2010), *Uprošćeni rudarski projekat sanacije spoljašnjeg odlagališta PK Podbukovi*, Beograd



STOHAŠTIČKA TEORIJA HOMOGENIZACIJE STOCHASTIC THEORY OF HOMOGENIZATION

Puljić S.¹, Puljić Ž.², Puljić I.³

Apstrakt

U radu se razmatraju teoretske osnove stohastičke teorije homogenizacije. Potom se obrazlažu osnovne pretpostavke na osnovu kojih je ista izvedena. Načinu uzimanja uzoraka, sračunavanju srednje vrednosti i varijanse posmatranog obeležja posvećuje se dužna pažnja. Na kraju je data matematička definicija stohastičkog modela homogenizacije i jedan numerički primer.

Abstract

The paper presents theoretical basis for stochastic theory of homogenization. Then explain the basic assumptions on which the same is derived. The attention is paid on the way of keeping the samples, calculation of middle value and variance of observed feature. At the end paper present the mathematical definition of stochastic homogenization model and a numeric example.

1. KONTINUALNI MODEL - VARIJANSA KAO MERA HOMOGENOSTI

Telo je homogeno u odnosu na neko obeležje, ako je vrednost tog obeležja ista u svim tačkama tog tela. Najčešće čvrsti prirodni materijali nisu homogeni, dok se tečnosti, a pogotovu gasovi mogu smatrati homogenim.

¹ Dr Slavko Puljić, dipl. inž.,

² Željko Puljić, dipl. inž.,

³ Ivica Puljić

Sve gasovite materije imaju osobinu da se spontano homogenizuju, što je posledica slabe veze pojedinih molekula svih gasovitih materijala. Tečne materije, ako se međusobno mešaju, takođe se spontano homogenizuju. Taj proces je nešto sporiji nego kod gasova, ali je ipak spontan. On se može ubrzati mešanjem ili zagrevanjem, odnosno dovođenjem energije spolja. Ako se tečnosti ne mešaju (primer: ulje i voda) onda i nakon prinudne homogenizacije dolazi do razdvajanja takvih tečnosti.

Čvrste materije imaju snažne veze među pojedinim molekulima, tako da one imaju ne samo stalnu zapreminu već i oblik. One se ne homogenizuju nikad spontano, već je nužno spolja dovesti energiju, odnosno utrošiti određenu količinu rada da bi se realizovao proces homogenizacije. Tehnološki gledano razlikujemo dve vrste čvrstih materijala i to čvrste u užem smislu reči (komadni materijal, masivi i sl.) i rasuti (granulasti) materijali. Da bi se izvršio proces homogenizacije kod komadnih materijala potrebne su različite operacije usitnjavanja (drobljenje i mlevenje). Kod rasutih materijala najčešće možemo izvršiti homogenizaciju odmah. Ponekad je potrebno prethodno mlevenje.

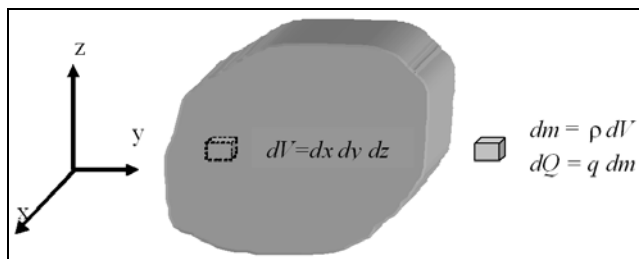
Iz prethodnog je jasno da se problem homogenizacije praktično odnosi samo na čvrste materijale, jer se samo tu troši određena energija. U tehnološkim procesima koji zavise od homogenosti materijala koji se obrađuje (što je karakteristika velikog broja industrijskih procesa) moguće je dakle postići pozitivne efekte samo u procesima obrade čvrstih materija.

Da bi se problemu homogenizacije pristupilo na egzaktn način potrebno je uvesti meru homogenosti, odnosno nehomogenosti datog tela. Pod telom podrazumevamo materijalni kontinuum. On je definisan masom (M) i zapreminom (V) po kojoj je ta masa neprekidno raspoređena. Model kontinuumu nam omogućuje korišćenje diferencijalnog računa.

Posmatrana elementarna zapremina (dV) ima masu veličine (dm) i vrednost posmatranog obeležja (dQ) (primer: elementarna masa uglja dm (kg) nakon sagorevanja razvija toplotu dQ (kJ)).

Gustoćom nazivamo odnos mase i zapremine, odnosno masu jedinice zapremine, koja se u tački (x,y,z) definiše sledećom relacijom:

$$\rho = \rho(x, y, z) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}.$$



Slika 1. Kontinualni model

Gustoća je uopšteno gledano različita u pojedinim tačkama posmatranog tela. To je samo jedna od karakteristika (obeležja, atributa) konkretnog tela. Svako od tih obeležja (na pr.: toplotna moć, sadržaj vlage, pepela i sumpora kod ugljeva ili sadržaj skroba kod žitarica) takođe je promenljivo od tačke do tačke posmatranog tela.

Pretpostavlja se da je dato obeležje (q) kvantificirano u odnosu na masu. To je najčešći slučaj u praksi, izuzimajući gustoću koja je definisana u odnosu na zapreminu. Specifična vrednost obeležja po jedinici mase (na pr.: toplotna moć po jedinici mase (kJ/kg)) bi bila:

$$q = q(x, y, z) = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{dQ}{dm} = \frac{dQ}{\rho dV}$$

Srednja vrednost tog obeležja (matematičko očekivanje $E(q)$) u odnosu na posmatrano telo kao celinu definisana je sledećom relacijom:

$$q_{sr} = E(q) = \frac{\int_V dQ}{\int_V dm} = \frac{\int_V q dm}{\int_V \rho dV} = \frac{\int_V q \rho dV}{M} = \int_V q \frac{\rho}{M} dV = \frac{Q}{M} \quad \int_V \frac{\rho}{M} dV = 1$$

Kao mera homogenosti posmatranog tela usvojeno je srednje kvadratno odstupanje od srednje vrednosti po celom telu, kao opšte prihvaćena mera, ako odstupanja mogu imati kako pozitivnu, tako i negativnu vrednost. U matematičkoj statistici uobičajen termin za ovo je srednja vrednost centralnog momenta drugog reda, odnosno varijansa (disperzija):

$$\begin{aligned} \sigma^2 = E[(q - q_{sr})^2] &= \frac{\int_V (q - q_{sr})^2 dm}{\int_V dm} = \frac{\int_V (q - q_{sr})^2 \rho dV}{\int_V \rho dV} = \\ &= \int_V (q - q_{sr})^2 \frac{\rho}{M} dV \end{aligned}$$

Telo je homogeno u odnosu na posmatrano obeležje ako je srednje kvadratno odstupanje od srednje vrednosti ravno nuli, odnosno stepen nehomogenosti je veći što je veće srednje kvadratno odstupanje.

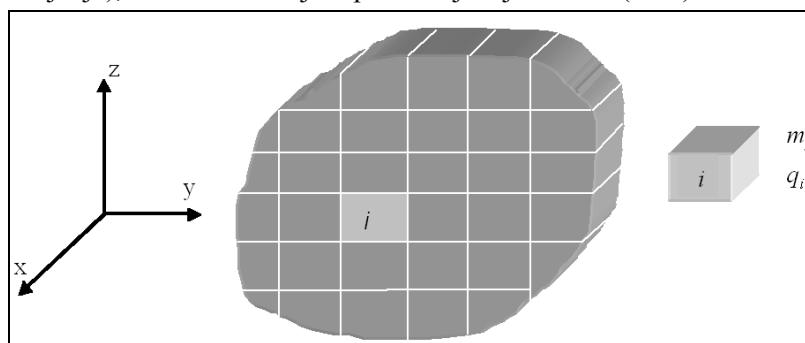
Homogenizacija se može vršiti u odnosu na konkretno obeležje. Takođe je moguć i multivarijabilni pristup, odnosno minimizacija linearne kombinacije normalizovanih varijansi više obeležja. Ako se obeležje (q) smatra slučajnom promenljivom, onda (ρ/M) predstavlja funkciju gustine raspodele. U slučaju homogenog tela u odnosu na gustoću ($\rho = \text{const.}$), slučajna varijabla (q) bi bila uniformno raspodeljena po zapremini koju zauzima posmatrano telo.

Sve vrednosti obeležja (q) bi bile jednako verovatne, što je u skladu sa pretpostavkom da se o $q(x, y, z)$ ne zna ništa, izuzev da se svakoj tački (x, y, z) može pridružiti neka vrednost (q).

Da bi se ipak moglo zaključivati o homogenosti nekog obeležja kao i u drugim naučnim oblastima i ovde će se model kontinuuma aproksimirati diskretnim modelom.

2. DISKRETNİ MODEL

Proces diskretizacije nije jednoznačan. Ovde se koristi vrlo jednostavan diskretni model. Posmatrano telo se deli na konačan broj manjih tela (elemenata). Sve vrednosti nepoznatog obeležja zamenjuju se sa po jednom vrednosti, koja reprezentuje posmatrani element. Ona se određuje na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja prethodno uzetih proba nekom od metoda (na pr.: srednja vrednost, krigovanje ili metoda recipročnog kvadrata rastojanja), tako da što bolje reprezentuje taj element (blok).



Slika 2. Diskretni model

Svaki element je definisan svojom masom i procenjenom vrednošću posmatranog obeležja. Srednja vrednost obeležja za celo telo će biti:

$$q_{sr} = \frac{\int_V dQ}{\int_V dm} = \frac{\int_V q dm}{\int_V dm} \approx \bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \sum_{i=1}^n q_i \frac{m_i}{M} = \sum_{i=1}^n q_i t_i$$

$$M \approx \sum_{i=1}^n m_i \quad t_i = \frac{m_i}{M} \quad \Rightarrow \quad \sum_{i=1}^n t_i = 1$$

(M) je ukupna masa posmatranog tela, a (t_i) relativno učešće i -tog elementa u masi celog tela, odnosno težinski faktor i -te vrednosti posmatranog obeležja. Parametar (t_i) se može shvatiti i kao verovatnoća pojave obeležja (q_i).

Srednje kvadratno odstupanje (varijansa) se dobija na sličan način:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{\int_V (q - q_{sr})^2 dm}{\int_V dm} \approx s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \\ &= \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 \frac{m_i}{M} = \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 t_i\end{aligned}$$

U slučaju da je podela tela izvršena tako da su sve mase pojedinih elemenata iste, gornje relacije dobijaju sledeći oblik:

$$\begin{aligned}q_{sr} &= \frac{\int_V dQ}{\int_V dm} = \frac{\int_V q dm}{\int_V dm} \approx \bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i m}{\sum_{i=1}^n m} = \frac{m}{M} \sum_{i=1}^n q_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i; \quad M = n m; \quad t_i = \frac{1}{n} \\ \sigma^2 &= \frac{\int_V (q - q_{sr})^2 dm}{\int_V dm} \approx s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 m}{\sum_{i=1}^n m} = \\ &= \frac{m}{M} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2.\end{aligned}$$

Poređenjem izraza za srednju vrednost i varijansu posmatranog obeležja sa odgovarajućim izrazima iz matematičke statistike, dolazimo do zaključka da je opravdano smatrati dato obeležje slučajnom varijablom. Istovetnost ovako dobijenih izraza ukazuje na ispravnost stohastičke teorije homogenizacije, odnosno na opravdanost stohastičkog pristupa problemu homogenizacije.

Iz matematičke statistike ovde se bez dokaza koriste sledeće postavke:

- Uzoračka srednja vrednost je najbolja procena srednje vrednosti osnovnog skupa (posmatranog tela kao celine).
- Najbolja procena varijanse osnovnog skupa na osnovu rezultata n uzoraka je:

$$s_{n-1}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2$$

Gornji izraz za varijansu treba koristiti ako se uzorci uzimaju metodom slučajnog izbora, dok se s_n^2 koristi ako je izvršena podela tela i uzete probe reprezentuju tako dobijene podskupove (blokove).

3. ELEMENTI STOHAŠTIČKI MODEL HOMOGENIZACIJE

Posmatra se m tela (deponija, ležišta ili delova ležišta - komponenti) koja imaju bar jedno zajedničko obeležje (q). Kod svih njih su na adekvatan način uzeti uzorci i na osnovu laboratorijskih analiza statističkim ili geostatističkim metodama sračunate srednje vrednosti (\bar{q}_k) i varijanse (S_k^2) datog obeležja.

Smesa predstavlja linearnu kombinaciju svih komponenti, odnosno vredi:

$$q_s = \sum_{k=1}^m p_k q_k \quad \sum_{k=1}^m p_k = 1 \quad 0 \leq p_k < 1 \quad k = 2, 3, \dots, m \quad m \geq 2$$

Gde je sa p_k označeno relativno učešće k -te komponente u smesi. Srednja vrednost obeležja smese data je relacijom:

$$\bar{q}_s = \sum_{k=1}^m p_k \bar{q}_k.$$

U tom slučaju varijansa smese (funkcija cilja) je definisana na sledeći način:

$$S_s^2 = \sum_{k=1}^m p_k^2 S_k^2.$$

Najjednostavniji problem optimizacije smese (odnosno optimalne homogenizacije) svodi se na izbor skupa parametara $\{p\}$ pod uslovom da *varijansa smese bude minimalna*. Problem postaje još složeniji ako se postavi uslov da srednja vrednost smese bude unutar zadatog intervala ili jednaka zadatoj vrednosti. Takođe je moguće posmatrati više obeležja (multivarijabilni model), odnosno minimizirati varijansu linearne kombinacije više obeležja.

Metode rešavanja ovog problema su predmet posebnog rada. Programski paket MIX++, firme MontenaSoft (<http://www.montenasoft.com>) efikasno rešava ovaj problem. Posmatra se samo jedno obeležje, a mogu biti zadate donja, gornja ili obe granice srednje vrednosti smese. Takođe je razvijen i program koji rešava multivarijabilni problem homogenizacije.

Postojeća verzija programa koristi S_{n-1}^2 za uzoračku procenu varijanse osnovnog skupa. Svi uzorci su jednako vredni. Radiće se na razvoju programa koji će imati mogućnost izbora obrasca za procenu varijanse i mogućnost rada sa uzorcima različite težine.

4. PRIMER-HOMOGENIZACIJA KVALITETA UGLJA

ZADATAK: Srednja vrednost toplotne moći uglja (kvalitet) treba da bude 7,830 kJ/kg, uz što manja odstupanja od te vrednosti. Postoji mogućnost snabdevanja postrojenja sa tri vrste uglja (A, B i C). Toplotne moći reprezentativnih uzoraka određene su u laboratoriji. Rezultati laboratorijskih ispitivanja su prikazani u Tabeli 1.

Tabela 1.

Vrsta uglja	Toplotna moć [kJ/kg]		
	Uzorak br. 1	Uzorak br. 2	Uzorak br. 3
A	6,700	6,490	6,910
B	8,375	8,090	8,650
C	7,535	7,765	7,305

REŠENJE: Korišćenjem programskog paketa MIX++ sračunat je procentualni udeo komponenti u smesi, te statističke procene njihovih srednjih vrednosti i standardnih devijacija (S_{n-1}). Rezultati su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2.

Vrsta uglja	Srednja vrednost toplotne moći [kJ/kg]	Standardna devijacija toplotne moći S_{n-1} [kJ/kg]	Učešće [%]
A	6,700.0	210.0	12.25
B	8,371.7	280.0	47.48
C	7,535.0	230.0	40.27
<i>SMESA (MIX)</i>	<i>7830.0</i>	<i>164.1</i>	<i>100.00</i>

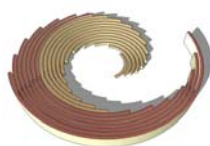
Literatura

1. Perišić M., (1983), *Primenjena geostatistika*, Rudarski Institut, Beograd
2. Vranić V., (1971), *Vjerojatnost i statistika*, Tehnička knjiga, Zagreb
3. Elazar S., (1968), *Matematička statistika*, Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo
4. <http://www.montenasoft.com/sr/portfolio/mixpp>

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

MENADŽMENT RIZIKA U RUDARSTVU, AUDIT PREMA ISO 31000:2009, PROCESNI PRISTUP

RISK MANAGEMENT IN MINING, AUDIT BY ISO 31000:2009, PROCESS APPROACH

Radosavljević S.¹, Lilić N.², Cvetić A.³

Apstrakt

Pitanje konfiguracije i primene procesa za upravljanje rizikom u kompanijama postaje aktuelno iz više razloga. Jedan od njih je kako upravljanje koncipirati na odrednicama standarda ISO 31000: 2009. Realno, postoji dosta nejasnih stvari, kako u oblasti implementacije standarda tako i u proizvodnoj praksi, u smislu: kakav, gde i kada navedeni proces treba implementirati. Kako je proces upravljanja rizikom, zasnovan na navedenom standardu, postao sastavni deo zahteva implementacije svakog sistema upravljanja, to poseban problem predstavlja audit istog. Cilj je da se kompetentnim auditom ocene efekti i ukupni rezultati paktične operacionalizacije procesa upravljanja rizikom. Na taj način se, u značajnoj meri, stvaraju preduslovi za donošenje kvalitetnih strateških odluka po pitanju finansijskih resursa i minimiziraju eventualne štete u kompanijama. U radu se prikazuju neki od realnih problema procesnog pristupa u upravljanju rizikom kao i audita navedenog procesa sa osvrtom na proizvodnu praksu u rudarstvu u Srbiji.

Ključne reči: *Audit, standard, procesni pristup, upravljanje rizikom, rudarstvo*

¹ dr Slobodan Radosavljević, PD RB Kolubara, Svetog Save 1, Lazarevac

² Prof. dr Nikola Lilić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

³ dr Aleksandar Cvetić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

Abstract

The question of the application configurations and processes for managing risk in the company becomes current for several reasons. One of the most important was designed to control the definitions of ISO 31000: 2009. Realistically there are many unclear things in all hierarchies, with competent staff who are professionally engaged in production standards as well as in practice: where, how and when these processes should be implemented. As the risk management process based on the previous standard has become an integral part of implementation of each system requires management to a special audit of the same problem. The aim is to effect a competent audit scores and overall results practice operationalize risk management process and thus to a large extent created the preconditions for making quality strategic decisions with the commitment of financial resources and may minimize the expected damage to companies. In a position paper from the real problems of the process approach to risk management and audit process above with reference to the practice of mining production in Serbia.

Key words: Audit, standard, process approach, risk management, mining.

1. UVOD

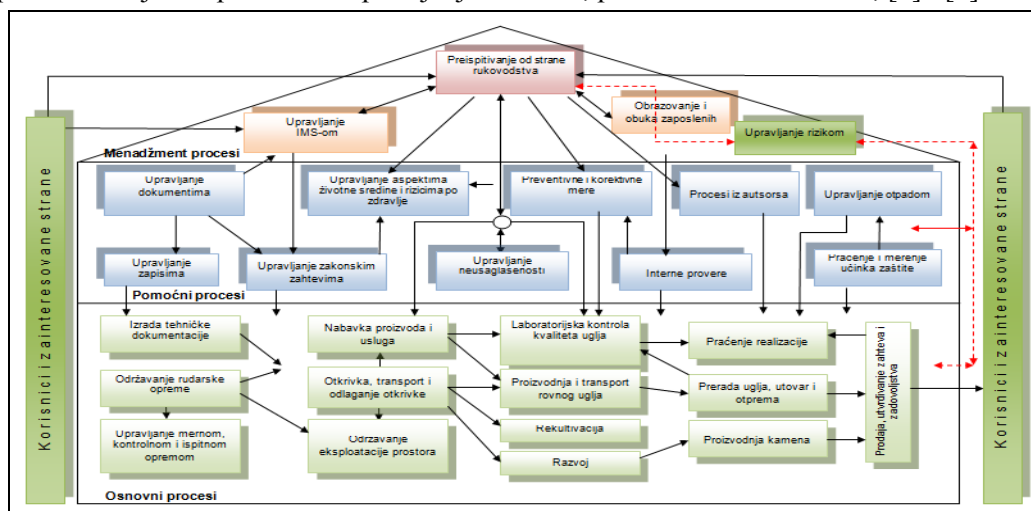
Standard ISO 31000:2009 svojim odrednicama opisuje i definiše proces za upravljanje rizicima. Njegova primena može bitno uticati na primenu svih ostalih standarda u vezi sa sistemima upravljanja. Treba naglasiti da prema njemu nije moguće vršiti sertifikaciju. Ovo iz razloga što standard ne predstavlja skup zahteva koji se moraju ispuniti, ukoliko se implementacijom želi poboljšati sistem za upravljanje rizicima. Navedeni standard se temelji na najboljim iskustvima, iz svetske prakse, u sferi upravljanja rizicima. On ima dugogodišnju verifikaciju, pre svega kroz nacionalnu normu AS/NZ 4360: 2004, koja je bila osnova za njegovo koncipiranje i formu konačne verzije u kojoj je prezentiran. Primena procesa za upravljanje rizicima saglasno normi ISO 31000 nije obavezujuća. Moguće je na temelju definisanih odrednica koncipirati sopstvene procese za upravljanje rizicima pri implementaciji različitih (potrebnih) sandarda u kompanijama. Svakako da se postavlja pitanje racionalnosti ovakog pristupa. U svetskim razmerama postoji saglasnost da je predloženi proces za upravljanje rizicima, prema ISO 31000, dovoljno transparentan, kvalitetan i realan. Kada preduzeće ili kompanija odluči da implementira proces za upravljanje rizicima, suočava se sa odlukom na koji način to uraditi, ko to može uraditi, (da li sopstvenim kompetentnim kadrovima ili eksternim konsultantima) i na kraju kako najefikasnije proveriti da li sprovedena implementacija funkcioniše na zadovoljavajući/očekivan način, [1] i [2].

2. OSNOVI PROCESNOG PRISTUPA ZA UPRAVLJANJE RIZICIMA

Odrednice standarda ISO 31000, sve one koji se na bilo koji način bave problematikom rizika (analitičare rizika, menadžere, auditore, konsultante i sl.), uvode u jedan specifičan - procesni pristup upravljanja rizikom.

U osnovi, standard se bavi pitanjima kako prepoznati i identifikovati, smanjiti, a potom i održavati prihvatljiv nivo rizika u primenjivanim područjima. Jedna od njegovih specifičnosti je činjenica da on uopšte ne definiše potrebne metode i modele za navedene aktivnosti, [2]. Dakle, korisnicima je prepušteno da sami vrše izbor adekvatnih metoda i modela, a u skladu sa područjima primene procesa za upravljanje rizicima, [3]. Postoji dosta razloga za ovakav pristup i koncept, a neki od njih su: veliki broj različitih metoda-modela i razvojnih sistema, različita područja primene i dr. Primena procesnog pristupa, u kompanijama, može generisati manji ili veći skup kvalitativnih poboljšanja: veća orijentisanost na dodatnu vrednost, veća orijentisanost na rezultate na bazi pokazatelja, podizanje produktivnosti procesa, novi pristupi kroz aktivnosti poboljšanja, transparentnost sistema, povećavanje zainteresovanosti zaposlenih i njihovo konkretnije uključivanje u realizaciju kvalitativne strategije kompanije, precizno definisanje odgovornosti i ovlašćenja i dr.

Neke od konkretnih prednosti standarda ISO 31000 su: povećanje verovatnoće ostvarivanja projektovanih strateških ciljeva u preduzeću/kompaniji, veće mogućnosti identifikacije kritičnih okolnosti koje se mogu pojaviti, konstantno usklađivanje sa aktuelnom zakonskom regulativom, eksplicitno poboljšanje sistema upravljanja u svim procesima, pouzdana platforma za planiranje i odlučivanje. Na Slici 1. dat je prikaz modela jednog sistema u rudarstvu, sa dekomponovanim procesima i mogućim pozicioniranjem procesa za upravljanje rizicima, prema ISO 31000:2009, [2] i [4].

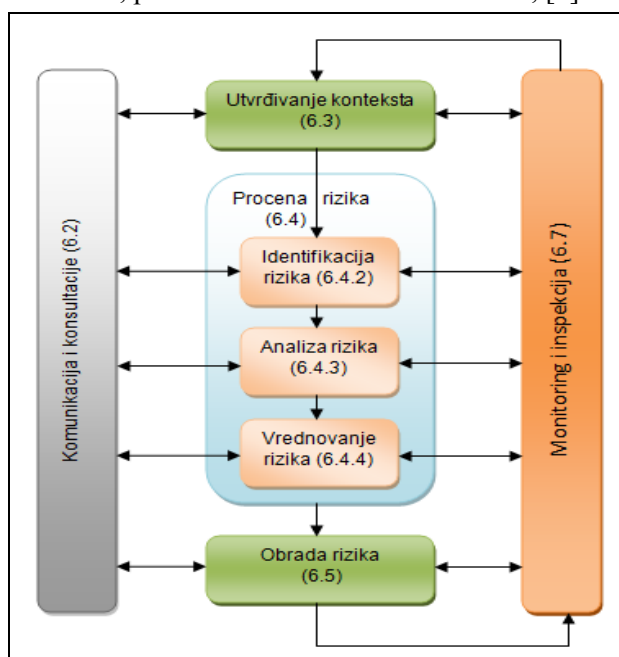


Slika 1. Prikaz modela sistema u rudarstvu, sa dekomponovanim procesima i mogućim pozicioniranjem procesa za upravljanje rizicima, prema ISO 31000:2009

Uz pomoć ovog standarda se dobija kompletno okruženje za proces upravljanja rizicima i realna osnova za kontinuirano poboljšanje uslova rada u smislu eliminisanja nesigurnosti.

ISO 31000 navodi da upravljanje rizicima treba da se bazira na sledećim principima: učešće u stvaranju viška vrednosti, učešće u donošenju odluka, da je sastavni deo ostalih poslovnih procesa, eksplicitno adresiranje nesigurnosti (neizvesnosti), struktuiranost i pravovremenost, organizovanje i sprovođenje na temelju najboljih dostupnih informacija, prilagođenost potrebama organizacije i delatnosti u kojoj se koristi, uzimanje ljudskih i kulturnih elemenata u obzir, transparentnost, dinamičnost i fleksibilnost u smislu brzog i adekvatnog odgovora na promene i mogućnost stalnog unapređenja i poboljšanja. U koliko se u kompaniji eksplicitno ne podržava proces za upravljanje rizicima kao i pruža potrebna logistika kadrovima koji su angažovani u tom kontekstu, uz spovođenje navedenih principa, onda on nema svrhe i koristi za organizaciju, [2] i [5].

Na Slici 2. prikazan je dijagram toka procesa upravljanja rizicima, prilagodljiv za procesni pristup u rudarstvu, prema standardu ISO 31000:2009, [2].



Slika 2. Dijagram toka procesa upravljanja rizicima, prilagodljiv za rudarstvo prema standardu ISO 31000: 2009

Prvi korak je komunikacija i konsultacije sa internim i eksternim okruženjem ili zainteresovanim stranama, a potrebna je na svakom stepenu razvoja procesa upravljanja rizikom i razmatranja procesa kao celine.

Dugi korak je utvrđivanje konteksta eksternog i internog upravljanja rizikom u kojima će se odvijati ostatak procesa. Ovde se utvrđuju relevantni kriterijumi prema kojima će se procenjivati rizik uz definisanje strukture analize.

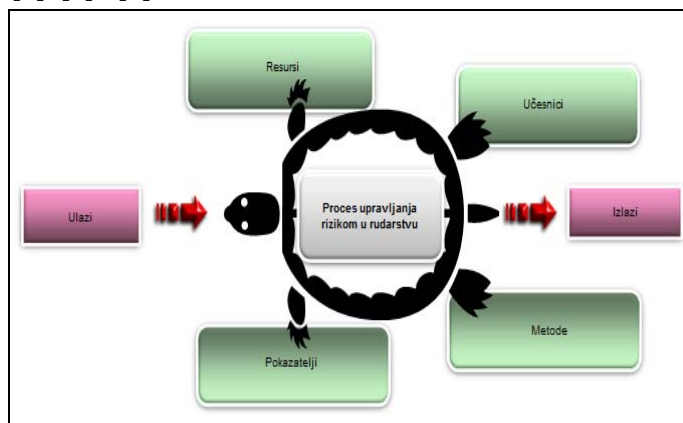
Treći korak je identifikacija rizika, gde, kada, zašto i kako bi se kritičnost i destrukcija mogla sprečiti, minimizirati, odložiti ili povećati, početno definisane, kvalitativne ciljne karakteristike.

Četvrti korak je analiza rizika, u kojem se vrši identifikacija i procena postojećeg procesa kontrole i upravljanja. Ovde se određuje verovatnoća nastanka destrukcije sa mogućim posledicama kao i ukupnim nivoom rizika. Analiza razmatra područja potencijalnih posledica, kako i na koji način se one mogu pojaviti.

Peti korak je vrednovanje rizika pri čemu se vrši upoređenje nivoa rizika sa početno definisanim kriterijumima i razmatra odnos između potencijalne koristi i nepovoljnih ishoda/šteta koje mogu nastati. Ovde se omogućava donošenje određenih odluka po prioritetima.

Šesti korak, obrada rizika, predstavlja izradu i primenu specifičnih finasijskih startegija i planova u kontekstu povećanja potencijalnih koristi i smanjenja potencijalnih troškova.

U **sedmom koraku**, monitoring i inspekcija, prepoznaje se potreba za uvid u efektivnost svih koraka procesa upravljanja rizikom. Ovde se realno stvara prostor za neprekidno poboljšanje procesa. Istovremeno se osigurava da promene uslova bitnije ne menjaju dodeljene prioritete. Na Slici 3. dat je strukturni prikaz procesa upravljanja rizicima sa potrebnim logističkim elementima kako bi se obezbedila njegova funkcionalnost. [2], [6] i [7].



Slika 3. Strukturni prikaz procesa upravljanje rizicima sa potrebnim logističkim elementima

Implementacijom pocesa upravljanja rizicima, prema ISO 31000, postavlja se pitanje da li isti treba auditirati, s obzirom da se ne radi o sertifikacijskom standardu. Kod ostalih sistema upravljanja sve se uglavnom bazira na zadovoljavanju eksplicitno postavljenih zahteva, definisanim u pojedinim standardima. Internim ili eksternim auditom, utvrđuje se da li je sistem u skladu sa zahtevima ili nije.

Eksternim auditom se produžava sertifikat a internim dobija realna osnova za poboljšanja sistema. Dilemu otklanja standard ISO 19011, koji je namenjen za spovođenje internog i eksternog audita, kojim se definiše da se mogu auditirati sistemi, procesi i proizvodi. Implementacijom procesa upravljanja rizicima, isti postaje deo sveobuhvatnog upravljačkog procesa, te samim tim i predmet audita. Činjenica je da rezultati procesa upravljanja rizicima direktno utiču na donošenje strateških odluka u kompaniji. Proizilazi da je audit procesa upravljanja rizicima važan ali istovremeno i hrabar korak za svaku kompaniju, [2] i [8].

3. AUDIT PROCESA UPRAVLJANJA RIZICIMA

Pri izvršenju audita procesa upravljanja rizicima postoje određene dileme: ko to treba da radi, kada i kako? Opšti je stav, da audit treba da rade kompetentni auditori, vrsni poznavaoци problema upravljanja rizikom. Sledeća dilema je šta auditirati kod procesa za upravljanje rizikom? Postoji nekoliko bitnih područja koja bi trebalo, tokom vršenja audita, proveriti kroz dokumentaciju kao i kroz rezultate njihovog rada u praksi. Područja audita procesa za upravljanje rizicima, interesantna za auditore, praktično predstavljaju osnove modela procesa za upravljanje rizicima i modela *zrelosti* upravljanja rizicima, [2] i [9].

Upravljanje rizikom bi trebalo da bude deo glavnih aktivnosti u procesu funkcionisanja jedne kompanije, kojim se uvažavaju svi aspekti i stanja, na svim organizacionim nivoima, kao i svi uslovi, koji su produkti takvih stanja.

Kako najbolje sagledati upravljanje rizikom je realan problem auditora, pre svega zbog velikih razlika u pristupima i tehnikama izvršenja. Gotovo je nemoguće definisati uopšten algoritam, s obzirom na različitosti i specifičnosti konkretnih procesa koji su predmet upravljanja rizikom. Prema praktičnim iskustvima internih i eksternih auditora, aktivnosti se mogu grupisati u nekoliko koraka.

U **prvom koraku**, analiziranje upravljanja rizikom se radi u najširem obliku, u multidisciplinarnom i višenaspektinom pristupu.

Potom, kao **drugi korak**, sledi provera usklađenosti upravljanja rizikom u preduzeću i okvirnog modela za upravljanje rizikom.

Treći korak podrazumeva proveru na koji način je definisana strategija, kako je formiran proces i kako on funkcioniše. Veoma je važno utvrditi kako isti razumeju predstavnici menadžmenta kao i svi zainteresovani konstituenti sistema u kompaniji.

U **četvrtom koraku** sledi provera uspostavljenih ciklusa operativnog rizika za ostvarivanje poslovnih ciljeva, identifikacija rizika, procena rizika i upravljanje rizikom u relacijama koje je kompanija uspostavila.

U **petom koraku** potrebno je proveriti okvirni model upravljanja rizikom u kompaniji kao i dokumentaciju/izveštaje o internim auditima. Sve ovo mora biti formalno dokumentovano, uz obaveštenost svih zainteresovanih strana, o čemu moraju postojati sledljivi, ažurni i arhivirani zapisi.

Okvirni model upravljanja rizikom, prema ISO 31000, je jednostavan. Jednom kada su uspostavljene metodologija i obaveze, stvara se petlja koja uključuje: dizajn okvira modela, sprovođenje upravljanja rizikom, nadzor i pregled okvira modela i stalno poboljšanje istog. U nekim slučajevima, što prvenstveno zavisi od delatnosti kompanije, okvirni model se može proširivati ili smanjivati, dakle široko je utemeljena funkcija fleksibilnosti. Na ovaj način se postiže kvalitetnije prilagođavanje funkcionisanja subjekta realnim uslovima aktuelnog tržišnog okruženja, [10].

Uloga audita u upravljanju rizicima je različita od kompanije do kompanije. Važno je da timovi za audit procesa za upravljanje rizicima, izvrše, na kvalitetan i racionalan način, ocenu potreba i mogućnosti na svim nivoima i u svim slučajevima. Neke od aktivnosti, koje su sastavni deo navedenog postupka, prikazane su prema redosledu u postupku izvršenja.

Na početku, potrebno je identifikovati nivoe zrelosti upravljanja rizicima u organizaciji, i u tom kontekstu, audit timovi treba da definišu osnovne ciljeve audita. Audit se započinje na postojećem nivou zrelosti upravljanja rizikom. Audit timu je potrebna kvalitetna logistika kod postavljanja strukturnog i integralnog pristupa auditu u početnoj fazi. Potrebno je ostvariti kompetentan uvid u nivo zrelosti procesa upravljanja rizikom kao i ulogu istog u organizacionoj strukturi za upravljanje rizikom, uz istovremeno osiguranje da su postupci revizije jasno utvrđeni u predviđenim okvirima i relacijama. Posebno treba proveriti na koji način je kompanija osigurala sopstvenu poslovnu strategiju, sa definisanim ciljevima i kako to praktično funkcioniše. Audit timovi sagledavaju, mere i rangiraju ukupne potencijale i napredak upravljanja rizikom u kompaniji u odnosu na sve zainteresovane strane i kostistuente sistema, tačnije način na koji oni reaguju, u praksi, na konkretne pojave destrukcija, koje na bilo koji način i u bilo kom obimu mogu ugroziti navedenu strategiju i poslovne ciljeve.

Postupak sprovođenja audita podrazumeva: izradu obaveštenja o izvršenju audita za konkretne lokacije i funkcije, izradu detaljnog plana audita sa definisanjem audit lokacija kao i svih potrebnih funkcija, pripremu odgovarajućih ček lista sa adekvatnim pitanjima kao i potpuno definisanje metrike za rangiranje i adekvatno vrednovanje dobijenih odgovora. Sledi izveštaj o izvršenom auditu sa ocenom stanja sistema upravljanja rizikom i dostavljanje istog zainteresovanim stranama. Ček liste za audit okvira modela za upravljanje rizikom i modela zrelosti upravljanja rizicima se prave za sledeće elemente procesa upravljanja rizikom: zainteresovane strane i proveravane konstituente sistema, poslovni rizik, korporativnu strategiju, regulacioni rizik, zrelost rizika, menadžment procesa upravljanja rizikom, logističku platformu procesa upravljanja rizikom, odbor za kontrolu audita, angažovane u upravljanju rizicima, integraciju i željene nivoe rizika. Sve ček liste sa dobijenim odgovorima se analiziraju pri čemu se rezultati zbirno prikazuju sa ukupnim vrednovanjem i konačnom ocenom.

Analogno ček listama za elemente sistema za upravljanje rizikom, potrebno je sastaviti kompetentne ček liste za ocenu pristupa auditu.

Ovde se formiraju grupe pitanja po tačkama: pristup auditu, obavljen konsalting pri formiranju procesa za upravljanje rizikom, osiguranje, nezavisnost i održivost audita, dokazi audita, registar poslovnog rizika, osiguranje menadžmenta, osigurnje audita i ocena sistema internog audita. Dobijeni odgovori sa svih ček lista se analiziraju i zbirno prikazuju u završnom izveštaju sa ukupnim vrednovanjem i konačnom ocenom.

Pri izvršenju audita, svaki korak u obe faze predstavlja realan i ozbiljan problem. Radi se o zahtvenom postupku za koji je potrebna kompetentnost, znanje, stručnost i iskustvo. Donošenje konačne odluke o stanju procesa za upravljanje rizicima treba da bude rekapitulacija predhodno kompetentno izvršenih i ocenjenih pojedinačnih aktivnosti. Ček liste bi mogle, u određenom smislu, uz sve ostale navedene attribute, biti merilo kompetentnosti auditora. Auditom se otkrivaju slaba/kritična mesta u procesu za upravljanje rizicima, kvantifikuju, mere i rangiraju ista, kako bi se stvorio okvir/prostor za pozitivne promene. Ustanovljavanje kvalitetne metrike u tom kontekstu ima izuzetnu važnost, [11]. Neki od primera, kako se merenjem može iskazati prednost upravljanja rizicima u rudarstvu, su: manje generisanog otpada, kvalitetnija realizacija započetih projekata uz zadovoljavanje ciljno projektovanih funkcija, smanjenje troškova u održavanju tehničkih sistema, kvalitetnije ugovaranje za poslove iz autsorsa, poboljšanje korporativne politike, smanjenje ekoloških incidenata i dr.

4. ZAKLJUČAK

Upravljanje rizicima predstavlja izuzetno važan segment u upravljanju organizacijom i njenim aktivnostima. U praksi gotovo da ne postoje preduzeća ili kompanije koje ne koristi neki od elemenata analize, procene i upravljanja rizikom sopstvenih procesa. One često to i ne prepoznaju kao sastavni deo sopstvenog procesnog modela, pri osiguranju realizovanja strateških ciljeva poslovanja. Standard ISO 31000 pruža široke mogućnosti u smislu konstruisanja procesa upravljanja rizicima sa uključivanjem svih potrebnih elemenata, kompletno potrebnom logistikom procesa, uz potreban nivo, oblik i obim dokumentovanosti.

Kvalitet standarda ISO 31000 ogleda se i u tome, da je, u vezi sa njegovom primenom, u suštini, postignut konsenzus na svetskom nivou. Predhodnih godina navedeni standard se praktično primenjivao kroz formu nacionalne norme AS/NZ 4360:2004. Pored toga, standard ISO 31000 je harmonizovan s ostalim ISO standardima (ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001, ISO 20000, ISO 22000). On pruža mogućnost integracije procesa za upravljanje rizikom u Integrirani Menadžent Sistem svakog preuzeća/kompanije. U izazovima poslovnog okruženja, upravljanje rizikom je osnov i preduslov za ukupan uspeh kompanije.

Kada je u pitanju proizvodna praksa rudarstva gotovo da i nema primera implementacije i uspostavljanja kako standarda ISO 31000, tako i procesnog pristupa analize rizika, procesnog modela za upravljanje rizicima, a samim tim ni praktičnih iskustava sa stanovišta audita.

Vreme u blizjoj budućnosti, kao i poslovno okruženje, će sve više usmeravati ka generisanju kvalitetnih strategija upravljanja rizikom u kompanijama, prepoznavanju pojedinačnih elemenata koji su parcijalno već u primeni, kao i konstrukciji adekvatnih procesa za upravljanje rizikom, koji realno mogu doprineti poboljšanju ukupne poslovne stabilnosti, u bližem i daljem okruženju.

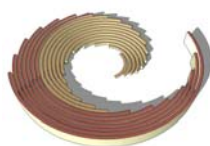
Literatura

1. *Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu*, Sl. glasnik RS br.101, od 21.11. 2005.
2. ISO 31000: 2009, *Risk management - principles and guidelines*, (Pages: 3-22, of 24), (2009-11-13), ICS: 03.100.01, (International Organization for Standardization)
3. Radosavljević S., Lilić N., Ćurčić S., Radosavljević M., (2009), *Risk Assessment and Managing Technical Systems in case of Mining Industry*, Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering, 55(2009)2, pp.119-130
4. [4] Radosavljević S., Lilić N., Cvetić A., (2010), *Dijagnostika Tehničkih Sistema i Analiza Rizika u Rudarstvu*, VIII Međunarodni simpozijum, Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu i energetika, MAREN 2010, Lazarevac
5. www.vmia.vic.gov.au, Internet references.
6. [http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43170)
7. [csnumber=43170](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43170), Internet references.
8. <http://www.riskinfo.com>, Internet references.
9. <http://rmia.mediavisionz.com.au>, Internet references.
10. <http://www.standards.com.au>, Internet references.
11. <http://www.bsi.org.nuk>, Internet references.
12. <http://www.iqa.org>, Internet references.
13. <http://www.riskreports.com>, Internet references.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

ZNAČAJ STANDARDIZACIJE U GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

THE IMPORTANCE OF STANDARDIZATION IN GEOLOGICAL EXPLORATIONS

Radošević B.¹, Radošević B.²

Apstrakt

U realnom svetu tržišne ekonomije odavno je nezamislivo da se geološka istraživanja ne vrše prema nekom od međunarodno priznatih standarda (JORC, NI 43-101, SAMREC) ako se radi o firmama koje su registrovane na berzama. Međutim i firme koje nisu u obavezi da postupaju prema smernicama postavljenim ovim standardima sve više ih primenjuju, jer su ih finansijske institucije usvojile kao normativ odobravanja kredita. Drugim rečima bez standarda po kojima su izvedena istraživanja i adekvatne revizije istih, nema ni mogućnosti kreditiranja otvaranja novih ležišta kao ni revitalizacije i ili proširenja starih. U suprotnosti sa praksom u svetu, u Srbiji još uvek vlada tvrdokorni komunistički, etatistički pristup gde država na groteskan način pokušava da ukalupi firme kapitalističkog sistema u Titoističko-Kardeljevske principe. Rezultat nakaradne politike je jedno stanje rudarskog sektora sa malo nade za boljitkom u nekom kraćem roku, jer bez međunarodno priznate standardizacije nema ni novca, a samim tim ni napretka. Međutim, uvođenja i primena standarda nije moguće bez institucijalnih, kadrovskih i pravnih promena, odnosno tranzicije koja u sektoru rudarstva nikada nije ni započeta.

¹ Branislav Radošević, Advanced Systems, Vojislava Ilića 18, Beograd, asystems@sezampro.rs

² Bogdan Radošević

Abstract

In real-world market economy has long been impossible to geological research are not made on any of the internationally recognized standards (JORC, NI 43-101, SAMREC) if it is a company registered in the stock exchanges. But the companies are not obliged to act according to the guidelines set these standards, apply them more, because financial institutions were adopted as normative loan approval. In other words without standards by which research was carried out and appropriate revisions thereof, there is no possibility of opening new lending or deposit or revitalization and expansion of old ones. In contrast to practice in the world, in Serbia is still a hardline communist government, statist approach that the state in a grotesque way of trying to fit in the company of the capitalist system in Titoist-Kardeljevske principles. The result is a grotesque policy of the state of the mining sector with little hope of prosperity in a shorter time, because without an internationally recognized standardization has no money and therefore no progress. However, the introduction and application of standards is not possible without the institu, personnel and legal change or transition in the mining sector, which has never even started.

1. UVOD

Globalizacionim procesima došlo je do skoro nezamislivog, manje više planetarnog spoja kapitala sa investicijama u geološka istraživanja koje su u nedogled plasirane na svim kontinentima. Ovim procesima vlasnički odnosi takođe postaju krajnje dinamični tako da mesta prikupljanja kapitala i lokacija geoloških istraživanja često nemaju baš nikakve veze sa poreklom investitora. U takvim uslovima dinamičkog upliva kapitala u manje više svaki deo planete, neophodno je bilo da se uvede standardizacija kako bi se na adekvatan način pratila svrsishodnost i korektnost investiranja. Drugim rečima kapital je morao da bude zaštićen od malverzacija i, ili nestručnog izvođenja projekta. U početku su berze smatrale da su dovoljne određene procedure koje firme treba da poštuju kako bi projekti koji se izvode i na drugim kontinentima bili pod kontrolom. Međutim, ovo se pokazalo nedovoljnim pa je na Australijskoj berzi već 1989. godine prihvaćen JORC kao standard za izveštavanje, a nedugo zatim (1992) je isti standard usvojen i na Novo Zelandskoj berzi. Ovaj standard se pokazao efikasnim pa su ga u međuvremenu usvojile i još neke druge berze, od kojih je najpoznatija Londonska. Trenutno je aktivna četvrta revizija (The JORC Code, 2004) ovog standarda. Trebalo je da dođe do velikog skandala sredinom 90. tih godina prošlog veka, kada je došlo do najveće prevare u istoriji berze preko fantomskog projekta istraživanja zlata u Indoneziji (Goold & Willis, 1997) da bi i druge berze pooštrile procedure izveštavanja i procene projekata. Tako je na Kanadskim berzama (Toronto, Vankuver) uveden nacionalni instrument (National Instrument 43-101) 2005. godine, a na berzi u Johannesburgu nešto ranije 2000. godine (THE SAMREC CODE). Na taj način početak 21. veka obeležavaju novi principi standardizacije geoloških istraživanja.

Na žalost u Srbiji, jednim od poslednjih bastiona komunističkih principa u geološkim istraživanjima, ovi principi su manje više nepoznati i potpuno nejasni široj geološkoj javnosti.

2. STANJE U SRBIJI

U Srbiji tranzicija u rudarskom sektoru nikada nije ni započela, naprotiv razbijanjem nadležnosti na dva ministarstva (Ministarstvo rudarstva i energetike nadležno za Zakon o rudarstvu, dok je Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja nadležno za Zakon o geološkim istraživanjima, oba objavljena u Službenom glasniku Republike Srbije br. 44/1995) učinjen je korak nazad ka dubljoj birokratizaciji primerenoj centralno planskim komunističkim privredama, u potpunoj suprotnosti sa tržišnim principima i kapitalističkim načinom privređivanja. Lični interesi, koji se histerično brane svim sredstvima, su u korenu sasekli bilo kakvu ideju o promenama i primerenijim principima za inostrana ulaganja. Rezultat je nerazumno insistiranje da se kompanije koje investiraju privatan kapital ukalupe u principe sistema koji se ekonomski odavno slomio (Radošević B., Radošević B., [6].

Ovakvim neprimerenim ambijentom dolazi do bizarnih anomalija u kojem se nalaze privatni investitori, kako domaći, tako i inostrani od kojih ćemo navesti najnakaradnije:

- Za sopstveni novac investitor ne može da vodi svoju kadrovsku politiku kakva je u svetu uobičajena, već mora da se uklapa u fantomske kriterijume propisane zakonom. Gore navedeni standardi forsiraju maksimalnu stručnost prema opšte prihvaćenim kriterijumima, dok se u Srbiji forsira princip bezvrednih komunističkih papirića i nasilnog zapošljavanja.
- Investitor ne može da koristi savremena dostignuća geološke nauke kje svi međunarodni standardi nalažu, već mora da se drži krutih i tehnološko zaostalih Ruskih principa starih skoro jedan vek, koji se i dalje primenjuju u Srbiji (Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima, Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja),
- Nepotrebni troškovi padaju na teret investitora, jer besmisleno mora da duplira poslove izveštavanja na nepotrebno birokratizovan način. Rezerve na osnovu kojih se bazira dalja investicija su u osnovi izjava prema nadležnim organima od strane odgovornog lica prema važećim berzanskim standardima za razliku od besmislene hrpe hartija i neprimereno nestručnog mišljenja komisije koje se primenjuju u Srbiji.

Ovakve anomalije nisu negativne samo po investitora, već se vraćaju kao bumerang i po struku uopšte. Posledice su da:

- Su domaći stručnjaci prinuđeni da rade na tehnološki zastareo način i samim tim neki i veoma mladi već postaju izgubljeni za struku u realnim uslovima.
- Nepoznavanje međunarodnih standarda dovodi do toga da su u inostranim firmama naši stručnjaci uglavnom potcenjeni i manje više imaju beznačajnu ulogu.
- Međunarodni standardi podrazumevaju visok stepen zaštite životne sredine i visok stepen zaštite životne sredine i visok stepen zaštite na radu (Radošević B., Radošević B., [5]), što je u Srbiji skoro potpuno zanemareno, tako da se ponekada naši stručnjaci vrlo teško prilagođavaju ovakvim projektima, jer jednostavno ne razumeju ove principe,
- Potpunim odsustvom razumevanja principa međunarodnih standarda nezamislivo je prisustvo naših stručnjaka u međunarodnim telima.

3. NEOPHODNE MERE ZA PROMENU STANJA

Primena komunističkih zakona i propisa u uslovima tržišne ekonomije i kapitalističkog načina privređivanja, pored toga što predstavlja svojevrsni nonsens, je neodrživa i kao takva proizvodi niz negativnih, čak bizarnih anomalija. Međutim, lični interesi u Srbiji daleko prevazilaze državne, tako da se ovaj groteskan princip svim silama primenjuje. Pitanje je samo vremena kada će neodrživost ovakvog stanja ipak odneti prevagu nad ličnim interesima. U tom slučaju u ovome sektoru će najzad početi tranzicija koja podrazumeva mnog toga. U osnovi treba izvesti reformu sektora, po mišljenju autora ovoga rada, po modelu Svetske Banke, kako je to uspešno urađeno i u drugim zemljama (Strongman, 1994; World Bank, 1996). U Srbiji je ustaljeno mišljenje da je promenom, odnosno krpežom bez suštinskih promena, postojećih zakona, a koje forsiraju državni činovnici radi očuvanja svojih pozicija, stvar gotova. Ovakav pristup bi bio poguban jer bi pored svih koraka nazad to bio krupan skok unazad. U najgrubljim crtama trebalo bi uraditi sledeće:

- Uz donošenje modernog zakona o rudarstvu sa podzakonskim aktima harmonizovati i ili ukinuti nepotrebne zakone i akte.
- Izvršiti optimizaciju državnih kadrova, smanjivanjem i podmlađivanjem, kao što je učinjeno i u drugim zemljama u tranziciji.
- Kao jedan od bitnih preduslova za povoljan ambijent za ulaganje učvrstiti međuinstitucionalnu saradnju koja trenutno skoro da i ne postoji.
- Modernizovati fakultetski program.
- Reformisati državni zavod i definisati program rada u okviru ciklusa od 5 godina koji će država finansirati.
- U tranzicionalnom periodu institucionalno (ministarstva, privredna komora, nadležni zavodi) organizovati seminare na kojima se vrši promocija i cilj reformi.

Sve gore navedeno deluje jednostavno. Međutim, iz iskustva drugih zemalja ceo proces je veoma kompleksan i u startu je neophodno imati jasan koncept za ceo paket mera. Deset godina je izgubljeno, a koliko će još, ostaje da se vidi. Proces reformi traje nekoliko godina, a još nije ni započeo, i time je praktično cela jedna generacija uskraćena za rad u ambijentalnim uslovima koji su prisutno skoro svuda u svetu.

4. ZAKLJUČAK

Iako je Srbija teoretski već 10 godina u tranziciji u sektoru rudarstva vladaju duboko Titoističko-Kardeljevski principi sa malo nade da se u dogledno vreme nešto promeni prvenstveno zbog ličnih interesa. U svetu odavno postoje međunarodni standardi po kojima realan svet izvodi projekte. Neuklapanje u međunarodne standarde donosi niz negativnih posledica, kao što su:

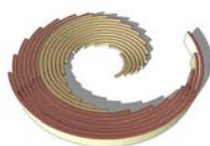
- tehnološko zaostajanje kadrova,
- uglavnom, nekonkurentnost domaćih firmi van granica Srbije,
- izvođenje projekta van savremenih normi zaštite na radu,
- problematični pristup zaštiti životne sredine,
- slabija konkurentnost zemljama koje su prihvatile međunarodne standarde i samim tim i manje investicije,
- neophodna je skupa i glomazna administracija koja treba da servisira kumunističke birokratske principe,
- minorno prisustvo naših stručnjaka, a inače rezidenata Srbije na međunarodnom planu.

Da bi se stanje promenilo neophodne su dobro osmišljene sveobuhvatne reforme bazirane na pozitivnim iskustvima iz drugih zemalja. Ovakvim reformama povećala bi se konkurentnost Srbije za investiranje, podigao bi se nivo stručnosti operativnog kadra, projekti bi se izvodili po međunarodno priznatim standardima, a državna administracija bi bila manja i znatno efikasnija uz normalnu međuinstitucionalnu saradnju.

Literatura

- 1) Goold D., Willis A., (1997), *The Bre-X Fraud*. McClelland & Stewart. pp 272.
- 2) National instrument 43-101, (2005): *Standards of disclosure for mineral projects*
- 3) Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima, Službeni list SFRJ br. 53/79
- 4) Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja, Službeni glasnik Republike Srbije br. 51/96
- 5) Radošević B., Radošević B., (2010a), *Zaštita na radu u rudarstvu u Srbiji – poređenje sa globalnim trendovima*, Rudarstvo 2010, Tara
- 6) Radošević B., Radošević B., (2010b), *Zakoni o geologiji i rudarstvu Republike Srbije - problemi i smetnje*. MISKO MMX. Mineralno-sirovinski kompleks Srbije danas: izazovi i raskršća. pp. 435-440

- 7) Strongman J., (1994), *Strategy for African Mining*. World bank technical paper number 181. African technical department series. Mining Unit, Industry and Energy Division. The World Bank, Washington, D. C.
- 8) The JORC Code, (2004), *Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves*
- 9) The Samrec Code, (2000), *South African code for reporting of mineral resources and mineral reserves*. Prepared by the south african mineral resource committee (samrec) under the auspices of the South African institute of mining and metallurgy. Effective
- 10) Zakon o geološkim istraživanjima, Službeni glasnik Republike Srbije br. 44, 1995.
- 11) Zakon o rudarstvu, Službeni glasnik Republike Srbije br. 44, 1995.
- 12) World Bank, (1996), *A Mining Strategy for Latin America and the Caribbean*. Industry and Mining Division, Industry and Energy Department. World Bank Technical Paper No. 345. Washington, D.C.



INŽENJERSKOGEOLOŠKI USLOVI DUŽ PROJEKTOVANE TRASE IZMEŠTANJA KORITA REKE GRAČANICE NA POVRŠINSKOM KOPU GRAČANICA GACKO

GEOLOGICAL ENGINEERING CONDITIONS ALONG PROJECTED TRAS RELOCATION RIVER GRACANICA BED OF THE OPEN PIT GRACANICA GACKO

Savić D.¹, Nikolić D.²

Apstrakt

Prostor predviđen za izmeštanje i regulaciju objekta nalazi se na površinskom kopu Gračanica koji ulazi u završnu fazu eksploatacije. Selektivna eksploatacija orjentisana je na Polje B i zaostale delove ležišta u Polju A. Prostor unutrašnjeg odlagališta koje se formira u otkopanom prostoru Polja A ima za namenu i izmeštanje korita reke Gračanice jer je na celom prostoru izeksploatisana mineralna sirovina (ugalj).

Problematika izmeštanja korita većim delom duž formiranog unutrašnjeg odlagališta Polja A je kompleksna i vezana za brojna pitanja tehničke, tehnološke i organizacione prirode.

Prema uslovima izmeštanja nova trasa reke Gračanice podeljena je na tri karakteristične deonice, a prema izvođenju građevinskih radova na tri faze. Izmeštanje i regulacija reke Gračanice je u funkciji stvaranja uslova za otvaranje novog otkopnog polja - Centralnog polja.

Ključne reči: *Izmeštanje reke, deonica, faza izrade, stabilnost*

¹ Dragana Savić, dipl. inž. geol., Geoing-Group, Beograd, geoing.group@gmail.com

² Dejan Nikolić, dipl. inž. geol., Geoing-Group, Beograd, geoing.group@gmail.com

Abstract

Space for the relocation and control facility is located on the surface of the open pit Gracanica, enters the final exploitation stage of exploitation. Selective exploitation of open pit is oriented in Field B and backward parts of the deposit in the Field A. Inner dumps space formed at the excavated area Fields A in addition has a purpose temporary deployment of the river Gracanica bed due the mineral raw materials (coal) has been expolted in the whole area.

Issues related to relocation of beds mostly along formed the internal dump Field A are complex and related to numerous issues such as: technical, technological and organizational.

Under the terms of relocation, the New Gracanica River route is divided in the three specific sections, and hence in three phases on performing the construction works. Relocation and regulation of the river Gracanica are in the function of creating the new opening field - Central field.

Key words: *Relocation of the river, section, stage of development, stability.*

1. UVOD

Prostor predviđen za izmeštanje i regulaciju objekta nalazi se na površinskom kopu Gračanica koji ulazi u završnu fazu eksploatacije.

Trasa izmeštanja korita reke Gračanice od mosta do novog ušća u reku Mušnicu (prelivna kaskada) je svojim većim delom locirana po unutrašnjem odlagalištu Polja A, a manjim delom kroz osnovni teren (aluvion Gatačkog polja). Ukupna dužina nove trase korita iznosi 1,389.56 m. Niveleta dna izmeštenog korita ima pad od 0.002 %.

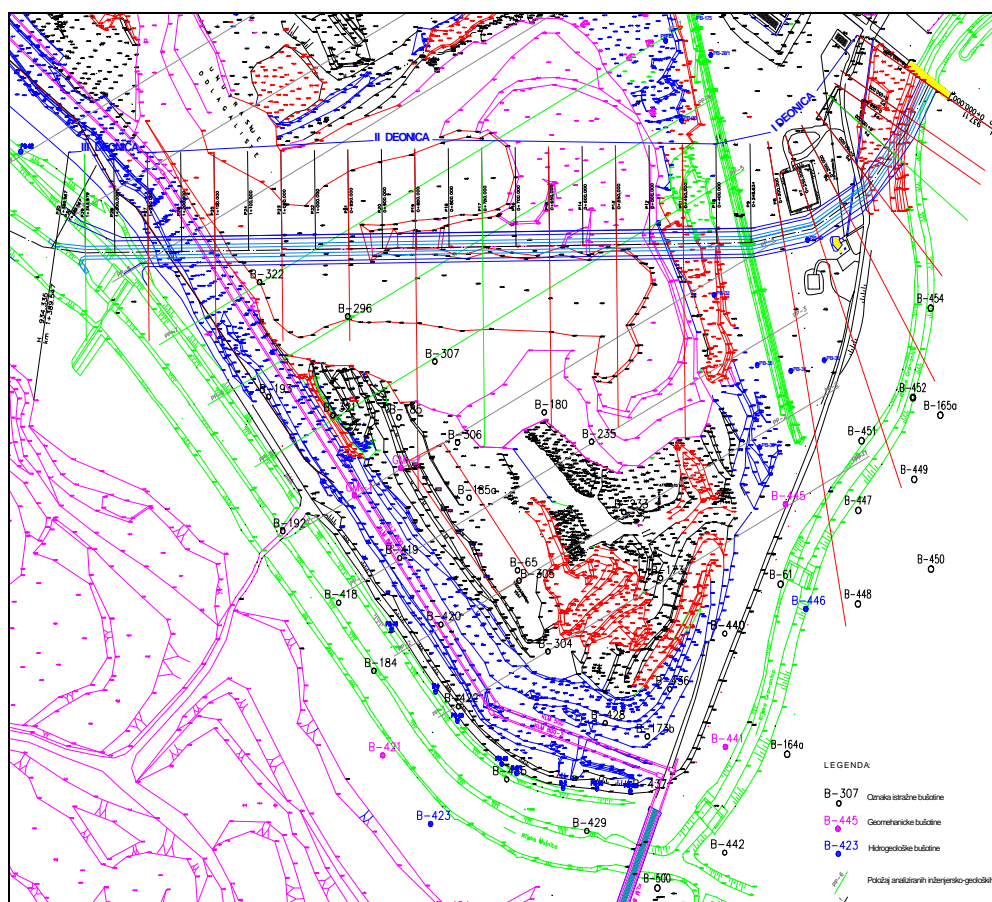
Unutrašnje odlagalište koje se formira u otkopanom prostoru Polja A ima za namenu i izmeštanje korita reke Gračanice jer je na celom prostoru izeksploatisana mineralna sirovina (ugalj).

Problematika izmeštanja korita većim delom duž formiranog unutrašnjeg odlagališta Polja A je kompleksna i vezana za brojna pitanja tehničke, tehnološke i organizacione prirode. Unutrašnje odlagalište Polja A ima promenljivu kotu nasipavanja koja se kreće od 935 m sa istočne strane do 924 m sa zapadne strane. Krajnji jugoistočni deo se ne zapunjava iz razloga što se iz ovog prostora planira otvaranje Centralnog polja, a u kojem se trenutno nalazi i vodosabirnik.

Projektno rešenje je izveo Rudarski institut d.d. Tuzla, NIC i Naučno istraživački centar za rudarstvo i energetiku (2009) i sastoji se iz izrade osnovnog nasipa na delu trase koja prolazi kroz unutrašnje odlagalište i izrade useka kroz osnovni teren. Na tako pripremljenoj trasi biće urađen normalan profil korita ugradnjom materijala litostratigrafskog člana N⁷ uz poseban režim ugradnje u dno i bočne nasipe budućeg korita.

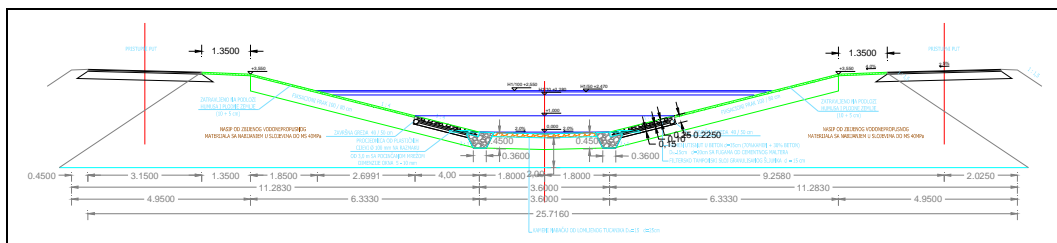
2. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O OBJEKTU

Trasa projektovane regulacije izmeštanja dela korita reke Gračanice počinje od postojećeg A.B. mosta, kojim put termoelektrana-Spoljašnje odlagalište pepela prelazi postojeće korito, formiranog unutrašnjeg odlagališta Polja A do ušća u reku Mušnicu, a koje je u neposrednoj blizini prelivne kaskade, odnosno na preseku tehnološkog profila PP 8 i reke Mušnice (Slika 1.).



Slika 1. Projektovana trasa izmeštanja reke Gračanice

Projektnim rešenjem usvojen je normalni profil regulisnog korita reke Gračanice sa usvojenim trapeznim profilom širine dna korita $B = 8 \text{ m}$ i sa nagibom kosina $1:m = 1:4$ (Slika 2.). Za usvojene konturne uslove nivo velikih voda V.P 1/100 je na visini $H_{1/100} = 2.55 \text{ m}$. Visina obloge je $H_{obl} = 1 \text{ m}$. Sigurnosno nadvišenje je $h = 1 \text{ m}$, a ukupna visina proticajnog profila je $H = 3.55 \text{ m}$. Širina krune nasipa je $B = 3 \text{ m}$ sa nagibom spoljašnje strane nasipa $1:m = 1:1.5$.



Prema uslovima izmeštanja i izvođenja građevinskih radova novu trasu reke možemo podeliti na tri karakteristične deonice.

Prema uslovima izmeštanja i izvođenja građevinskih radova novu trasu reke možemo podeliti na tri karakteristične deonice.

Prva deonica od mosta (profil P-1, stacionaža trase 0 km + 0 m) do ulaza u završnu konturu Polja A (profil P-10, stacionaža trase 0 km + 400 m) ide preko postojećeg terena, pa je na toj deonici potrebno izvršiti izradu useka za formiranje budućeg korita.

Druga deonica trase izmeštanja, od profila P-10 (stacionaža trase 0 km + 400 m) do profila P -27 (stacionaža trase 1 km + 250 m), je locirana kroz otkopani prostor Polja A, odnosno kroz unutrašnje odlagalište koje se u ovom prostoru formira.

Treća deonica trase izmeštanja, od profila P-27 (stacionaža trase 1 km + 250 m) do ušća uliva u reku Mušnicu, odnosno profila P-30 (stacionaža trase 1 km + 389.56 m) izvodi se preko osnovnog terena, te je pri njenoj izradi (kao i za prvu deonicu) potrebno izvršiti izradu useka za formiranje budućeg korita.

S obzirom na buduću trasu izmeštanja korita Gračanice presecaju pristupni put ka spoljašnjim odlagalištima, transportne trake BTO sistema i trasa transporta otkrivke na unutrašnje odlagalište u Polju A, dinamika izgradnje izmeštenog dela korita reke Gračanice je projektovana višefazno.

Prva faza obuhvata izradu buduće regulacije u prvoj i drugoj deonici trase uz nesmetano odvijanje tehnoloških procesa transporta i odlaganja otkrivke na unutrašnje i vanjska odlagališta kao i održavanje komunikacijske veze industrijski krug TE sa kopom i odlagalištima. U ovoj fazi projektovana je:

- Izrada osnovnog nasipa koridora (duž druge deonice od profila trase P-10 ka P-25);
- Izrada useka za formiranje budućeg korita (u prvoj deonici od profila trase P-10 do P-6, odnosno do puta koji vodi ka vanjskim odlagalištima).

Druga faza predstavlja kontinuirani nastavak radova prve faze. Ona obuhvata produženje osnovnog nasipa - koridora u drugoj deonici i izradu useka u trećoj deonici trase izmeštanja korita Gračanice. U ovoj fazi je potreban prekid rada i uklanjanja traka BTO sistema kako bi se mogli odvijati radovi na izradi novog korita, koji podrazumevaju uklanjanje i demontažu 700 m konsrukcije tračnih transportera prvog i drugog BTO sistema.

Nakon uklanjanja dela konstrukcije pristupa se radovima na formiranju preostalog dela osnovnog nasipa-koridora u drugoj deonici od profila trase P-25 (stacionaža 1 km + 150 m) do profila P-27 (stacionaža 1 km + 250 m), uz izradu pristupno transportnih rampi sa obe strane osnovnog nasipa-koridora i izradu useka u trećoj deonici od profila P-27 do profila P-30 odnosno ušća izmeštenog korita Gračanice u reku Mušnicu. Izrada dela nasipa i useka je potpuno ista kao i u prvoj fazi.

Treća faza se odvija u prvoj deonici trase od profila P-6 (stacionaža 0 km + 200 m) do profila P-1, odnosno mosta gde je uliv starog korita u novo korito reke Gračanice. Ova deonica se radi u osnovnom materijalu što iziskuje formiranje useka, a zatim formiranje profila korita ugradnjom vodonepropusnog materijala litostratigrafskog člana N⁷, koji uz provođenje propisanih mera pri ugradnji obezbeđuje vodonepropusnost.

3. INŽENJERSKOGEOLOŠKA GRAĐA TERENA I SVOJSTVA IZDVOJENIH SREDINA PROSTORA IZMENE KORITA REKE GRAČANICE

Inženjerskogeološka građa terena i svojstva izdvojenih sredina prostora izmeštanja korita reke Gračanice definisana je detaljnom analizom rezultata terenskih i laboratorijskih istraživanja i ispitivanja sa reinterpetacijom prethodnih istraživanja i utvrđenih činjenica u istražnom prostoru. To je podrazumevalo zoniranje terena po osnovu litogenetskih i fizičko-mehaničkih svojstava stenskih masa i određivanje proračunskih vrednosti fizičko-mehaničkih parametara za izdvojene homogene ili kvazihomogene zone na sve tri deonice.

Inženjersko-geološka svojstva terena na području trase regulacije korita Gračanice od stacionaže trase 0 km + 0 m do 0 km + 400 m - Prva deonica

Uzimajući u obzir obim izvedenih radova, podatke koji se odnose na granicu aluvijalni nanos - osnovna stena duž prve deonice treba uzeti dosta pouzdano, uz minimalna eventualna lokalna odstupanja.

U prvoj fazi građevinskih radova projektovana je na ovoj deonici izrada useka za formiranje budućeg korita od profila trase P-10 (stacionaža trase 0 km + 400 m) do P-6 (stacionaža trase 0 km + 200 m), odnosno do puta koji vodi ka spoljašnjim odlagalištima.

Izvesno je da će se iskop i usek za prvu deonicu nove trase izvesti u slojevima povlatnih peskovitih glina koje imaju kontinuirano rasprostranjenje. To su gline, prašinasto-peskovite, koje lokalno sadrže karbonatni prah i konkrete. Zbog prisustva hidroksida gvožđa osnovna boja im je smeđa i žuto smeđa. Granica sa neogenim sedimentima je na koti cca 935 m. Nivo izdani podzemnih voda može se očekivati prema prikupljenim podacima u sušnom periodu između 1.95 do 2.77 m od površine terena.

Obzirom na kote ose dna korita i ukopavanja nove trase, prikazanu granicu kvartarnih sedimenata i neogenih sedimenata, realno je očekivati da će se iskop i izrada useka na trasi pomenute stacionaže izvesti u glinovitim materijalima ispod nivoa podzemnih voda. Prema klasifikaciji GN 200 ova sredina pripada II kategoriji.

Ukoliko se prilikom radova lokalno pojave tla sa lošim geomehaničkim karakteristikama, potrebno je izvršiti zamenu materijala u toku izvođenja radova.

U prvoj deonici projektovana je i treća faza građevinskih radova trase od profila P-6 (stacionaža 0 km + 200 m) do profila P-1, odnosno mosta gde je uliv starog korita u novo korito reke Gračanice. Ova deonica takođe iziskuje formiranje useka, a zatim formiranje profila korita ugradnjom vodonepropusnog materijala litostratigrafskog člana N⁷, koji uz provođenje propisanih mera pri ugradnji obezbeđuje vodonepropusnost.

Izradom useka u prvoj deonici vrši se presecanje obodnog nasipa, injekcione zaveses i obodnog kanala iz kojeg se vode usmeravaju ka pumpnoj stanici odakle se iste prepumpavaju u postojeće korito reke Gračanice. Prilikom izrade ove deonice neophodno je izvršiti dodatnu zaštitu na kontaktu injekciona zaveses-novoformirano korito, gde se i očekuju veći prilivi vode u iskop.

Inženjersko-geološka svojstva terena na području trase regulacije korita Gračanice od stacionaže trase 0 km + 400 m do 1 km + 250 m - Druga deonica

Druga deonica trase izmeštanja, od profila P-10 (stacionaža trase 0 km + 400 m) do profila P-27 (stacionaža trase 1 km + 250 m), je locirana kroz otkopani prostor Polja A, odnosno kroz unutrašnje odlagalište koje se u ovom prostoru formira. Izgradnja ove deonice planirana je u prvoj fazi građevinskih radova i obuhvata izradu osnovnog nasipa koridora od profila trase P-10 ka P-25. Osnovni nasip - koridor, koji je u ovoj fazi dužine cca 750 m, a u kruni nasipa širine 100 m, se izgrađuje odlaganjem otkrivke u odlagališnu etažu E-936 unutrašnjeg odlagališta Polja A sa posebnim režimom odlaganja. Odlaganje se vrši u slojevima 2 do 3 m i dodatnim zbijanjem se povećava modul stišljivosti tako odložene otkrivke. Zbijanje se obavlja učestalim kretanjem dampera, buldozera i vibrovaljaka. Generalno kota krune osnovnog nasipa - koridora prati pad nivelete dna budućeg korita, a niža je za 2 m.

Ova deonica obuhvaćena je i radovima druge faze od profila trase P-25 (stacionaža 1 km + 150 m) do profila P-27 (stacionaža 1 km + 250 m), uz izradu pristupno transportnih rampi sa obe strane osnovnog nasipa-koridora. Izrada dela nasipa i useka je potpuno ista kao i u prvoj fazi.

Zbijanjem površinskih delova osnovnog nasipa - koridora povećava se nosivost i smanjuje naknadno sleganje u zoni budućeg korita reke Gračanice. Dovoženje i nasipanje materijala na pripremljeno tlo ili već izgrađeni sloj nasipa mora biti obavljeno u kontinuitetu. Izrada profila budućeg korita, dna i bočnih nasipa, vrši se vodonepropusnim materijalom odnosno otkrivkom serije N⁷. Čitava površina sloja mora biti razastrta i odmah zbijena. Debljina slojeva nesme biti veća od 40 cm, a zbijanje izvršiti na modul stišljivosti $M_s = 40,000$ KPa. Prilikom zbijanja transportna sredstva moraju biti što ravnomernije raspoređena po čitavoj širini planuma, pri čemu zbijanje treba u načelu sprovesti od ivice prema sredini. Valjanje izvršiti vibro valjcima srednje težine.

Kontrolu kvaliteta ugrađivanja (stepen zbijenosti) vršiti Proktorovim opitom.

Minimalna suva zapreminska težina za nasip je $\gamma_d = 14.30 \text{ kN/m}^3$ i optimalnoj vlazi $\omega = 28 \%$. Kao preporuka savetovana je kontrola preko suve zapremine težine na svakih 5000 m^3 ugrađenog materijala, a između dva uzorka kontrolu vršiti permanentno pomoću Proktorove igle za svaki sloj. U cilju sveukupne stabilnosti prostora rađena je analiza stabilnosti profila IV-IV' koji se nalazi na udaljenosti od 50 m od buduće trase izmeštanja korita Gračanice. Postavljen je normalno na tehnološki profil PP-8 i PP-9. Posmatrana kosina predstavlja radnu kosinu tokom formiranja odlagališta, za koju je neophodno obezbediti faktor sigurnosti $F_s \geq 1.3$. Geometrija odlagališta u analiziranom prostoru sa formiranom donjom etažom - parcijalnom kosinom ($h = 16 \text{ m}$ i $\alpha = 20^\circ$), analizom stabilnosti se dobijaju potrebni faktori sigurnosti $F_s \geq 1,3$ za sve vrednosti pornog pritiska. Prilikom formiranja etaža odlagališta posebno voditi računa o poboljšanju svojstava odložene mase zbijanjem, jer odlagan material pripada grupi glinovitih materijala visoke plastičnosti, koji su najpogodniji za ugradnju pri vrednostima $\gamma_d = 15.50 \text{ kN/m}^3$ i optimalnoj vlazi $\omega = 26.50\%$.

Utvrđeni faktori sigurnosti $F_s = 1.831 - 1.299$ zadovoljavaju i uslov za završnu kosinu za analizirane vrednosti pornog pritiska $r_u = 0$; $r_u = 0.1$; $r_u = 0.2$; $r_u = 0.3$ i geometrijske parameter kosine.

Geostatičkom analizom obuhvaćen je i profil V-V' koji je postavljen kao normalan profil na tehnološke profile PP-6, PP-5, PP-4 i PP-3, na udaljenosti oko 50 m od trase budućeg toka reke Gračanice. Formiranjem dve parcijalne kosine sa geometrijskim parametrima: parcijalna kosina I $\alpha_1 = 17^\circ$ i $h_1 = 31 \text{ m}$ i parcijalna kosina II $\alpha_2 = 17^\circ$ i $h_2 = 31 \text{ m}$, završna kosina profila V-V' unutrašnjeg odlagališta Polja A i analiziranu geometriju ($\beta = 14^\circ$ i $H = 61 \text{ m}$) zadovoljava zahtevani factor sigurnosti $F_s \geq 1.3$ za vrednosti pornog pritiska $r_u = 0 - 0.3$.

Inženjersko-geološka svojstva terena na području trase regulacije korita Gračanice od stacionaže trase 1 km + 250 m do 1 km + 389.56 m - Treća deonica

Treća deonica trase izmeštanja, od profila P-27 (stacionaža trase 1 km + 250 m) do ušća uliva u reku Mušnicu, odnosno profila P-30 (stacionaža trase 1 km + 389,56 m) izvodi se preko osnovnog terena, te je pri njenoj izradi (kao i za prvu deonicu) potrebno izvršiti izradu useka za formiranje budućeg korita. Radovi na izradi ove deonice su predviđeni u okviru druge faze izmeštanja korita Gračanice i obuhvata izradu useka u trećoj deonici trase izmeštanja korita Gračanice, od profila P-27 do profila P-30 odnosno ušća izmeštenog korita Gračanice u reku Mušnicu.

Slično kao i u prvoj deonici uzimajući u obzir obim izvedenih radova, podatke koji se odnose na granicu aluvijalni nanos - osnovna stena treba uzeti dosta pouzdano, uz minimalna eventualna lokalna odstupanja.

Izvesno je da će se iskop i usek za treću deonicu nove trase izvesti u slojevima povlatnih peskovitih glina koje imaju kontinuirano rasprostranjenje. Granica sa neogenim sedimentima je na koti cca 934 m.

Nivo izdani podzemnih voda može se očekivati prema prikupljenim podacima na najbližem pijezometru PB-62 u sušnom periodu između 5.25 do 10.49 m od površine terena.

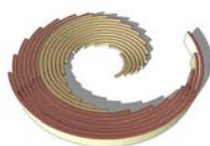
Obzirom na kote ose dna korita i ukopavanja nove trase, prikazanu granicu kvartarnih sedimenata i neogenih sedimenata, realno je očekivati da će se iskop i izrada useka na trasi pomenute stacionaže izvesti u sušnom periodu, u glinovitim materijalima iznad nivoa podzemnih voda. Prema klasifikaciji GN 200 ova sredina pripada II kategoriji.

4. ZAKLJUČAK

Uspešna realizacija projekta izmeštanja dela korita reke Gračanice, svrstaće se u red malobrojnih primera izmeštanja vodotoka preko unutrašnjeg odlaglišta jaovine i u evropskoj praksi, kao primer rekultivacije rudarski iskorišćenog prostora u cilju stvaranja uslova za otvaranje novog otkopnog polja.

Literatura

1. Centar za površinsku eksploataciju d.o., (2009), *Dopunski rudarski projekat površinskog kopa Gračanica Gacko do kraja eksploatacije (projekat zatvaranja kopa)*, Beograd
2. *Tehnički projekat izmještanja dijela korita rijeke Gračanice (Rudarski dio - Knjiga 1, Hidrograđevinski dio - Knjiga 2)*, Tuzla



ŽIVOTNI VEK RUDARSKE MEHANIZACIJE

MINING MACHINERY LIFE CYCLE

Savković S.¹

Apstrakt

Otkazi mehanizacije se dešavaju bez upozorenja i rezultiraju katastrofalnim kvarovima i ogromnim proizvodnim gubicima i troškovima održavanja. Rad se bavi životnim vekom rudarske mehanizacije. Vrlo je teško dati odgovor na pitanje da li izvršiti revitalizaciju mašine ili nabaviti novu mašinu. Odnosno, odabrati optimalni trenutak, sa ekonomskog stanovišta, u kojem je postojeću mašinu potrebno zameniti novom.

Globalni cilj rada je upoznavanje sa logičnim postupkom upravljanja održavanjem rudarske mehanizacije tokom njenog ekonomskog veka. Koncept se može definisati kao životni vek mehanizacije. Rad se fokusira na pristup održavanju rudarske mehanizacije od kolenke pa do groba, što upućuje na upravljanje životnim vekom rudarske mehanizacije. Životni vek mehanizacije se razlikuje za osnovnu i pomoćnu mehanizaciju, a i u unutar same osnovne i pomoćne mehanizacije. Kriva kada kojom se predstavlja životni vek mehanizacije, kao i učestanost okaza, slična je istoimenoj krivoj za ljudsku populaciju.

Ključne reči: Životni vek, upravljanje, mehanizacija, održavanje

Abstract

Equipment failures occurred without warning and resulted in catastrophic breakdowns and large production losses and maintenance cost. The paper is aimed at life cycle of mining machinery. It is very difficult to give an answer to a question - whether to revitalize a machine or to acquire a new one. In other words, to choose an optimal moment for replacement of existing machine with new one, from an economic viewpoint.

¹ mr Snežana Savković, dipl.inž.rud.

The overall objective of this paper is to introduce a logical approach to managing the maintenance of mining equipment over the economical life of equipment. This concept can be defined as Life Cycle Management. The paper focuses on the “cradle to the grave” approach of maintenance for mining machinery, referred to as the Life Cycle Management of Mining Machinery Life cycle differentiates for great and auxiliary mechanization and also within great and auxiliary mechanization itself. Bathtub curve for life cycle of machines, as well as a failure frequency, has the similar shape as the curve for human population.

Key words: *Life Cycle, management, mechanization, maintenance*

1. UVOD

Kad mašina dostigne granično stanje, u smislu efikasnosti različitih performansi, javljaju se dve osnovne alternative:

- otpis mašine i nabavka nove, savremenije, koja će postojeću zameniti, i/ili
- preduzimanje mera revitalizacije, koje treba da dovedu mašinu u stanje da može u svom produženom veku da funkcioniše na potrebnom nivou, tj. da mašina nakon preduzetih revitalizacionih aktivnosti ima karakteristike koje su približne kataloškim.

Vrlo je teško dati odgovor na pitanje da li izvršiti revitalizaciju mašine ili nabaviti novu mašinu. Odnosno, odabrati optimalni trenutak, sa ekonomskog stanovišta, u kojem je postojeću mašinu potrebno zameniti novom. Pojam granično stanje je vrlo teško definisati. Određuje se u sledećim slučajevima:

- kada je mašina tehnološki zastarela,
- kada je njeno korišćenje ekonomski neisplativo, jer su njene tehničke performanse (kapacitet, pouzdanost) značajno opale,
- kada mašina ima nedovoljnu radnu sigurnost, tj. postaje opasna u odnosu na živote posade, ili moguću veću materijalnu štetu.[1]

Donošenje odluka o zameni mehanizacije je upravljački zadatak najvišeg ranga odgovornosti. Kriterijumi koji utiču na odluku o nabavci mehanizacije su: uslovi nabavke, troškovi nabavke, performanse mehanizacije, troškovi eksploatacije tokom životnog veka i održavanje mehanizacije tokom životnog veka.

Uzroci zamene mehanizacije se dele na: fizičko starenje, moralno rabaćenje, tehničko-tehnološka i funkcionalna zastarelост (ili neadaptivnost) mašine.

Mehanizacija je fizički dotrajala ukoliko je nije moguće održavanjem, zamenom vitalnih rezervnih delova ili sprovođenjem remonta obezbediti njenu proizvodnu sposobnost iznad zahtevanog nivoa ili minimalnu vremensku raspoloživost ili spremnost mašine za rad. Moralno rabaćenje dovodi u pitanje ekonomsku opravdanost eksploatacije mašine. Tehničko-tehnološki zastarela mehanizacija je ona čije tehničko-tehnološke i proizvodno-ekonomske performanse znatno zaostaju za novim mašinama.

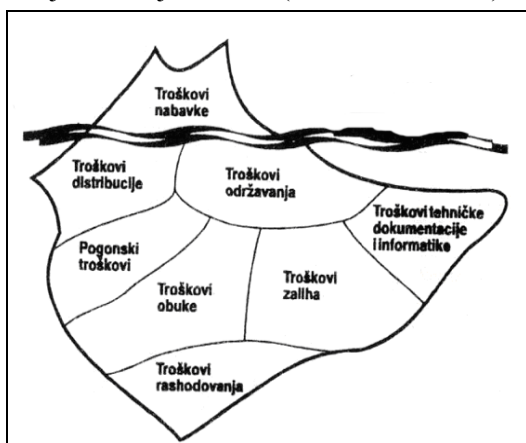
Funkcionalna zastarelost mehanizacije se odnosi na promene u zahtevima ili načinu rada koji se očekuju od mehanizacije, čak iako je još uvek sposobna za izvršavanje zadataka. Neadaptivnost se odnosi na radnu sredinu i uslove ili tehničko-tehnološki sistem u kojem se mehanizacija primenjuje.

2. ŽIVOTNI VEK RUDARSKJE MEHANIZACIJE

Životni vek mehanizacije se odnosi na trajanje mehanizacije, odnosno trajanje mehanizacije koje počinje neposredno posle faza projektovanja i proizvodnje mehanizacije. Otuda je to period u kojem je mehanizacije u funkcionalnom stanju, odnosno koristi se za rad. [11] Životni vek jedne mašine, postrojenja ili bilo kog drugog tehničkog sistema, ima složenu strukturu, on zahvata niz posebnih, ali međusobno povezanih i vremenski usklađenih grupa aktivnosti. Tehnički sistem se koristi samo u jednom delu svog životnog veka, što znači da je vreme korišćenja manje od njegovog trajanja.

Značaj održavanja je znatno veći nego što bi se moglo zaključiti na osnovu njegovog udela u životnom veku, što se može videti na osnovu učešća troškova održavanja u troškovima životnog veka tehničkog sistema.

Na Slici 1., troškovi životnog veka su prikazani u obliku ledenog brega, gde je vidljiv samo jedan deo (troškovi nabavke), dok su ostali troškovi pod vodom (nevidljivi).



Slika 1. Troškovi životnog veka

Deo upravljanja životnim vekom se zasniva na troškovima koji su povezani sa životnim vekom mehanizacije. [11] Troškovi životnog veka su definisani kao ukupni troškovi, i oni koji se pojavljuju jednom, i oni koji se pojavljuju s vremena na vreme (ponovo) tokom celog životnog veka. U procesu proizvodnje sredstva za rad se fizički troše ili tehnološki zastarevaju usled pojave novih i savremenijih i produktivnijih, što smanjuje njihovu radnu sposobnost i novčanu vrednost.

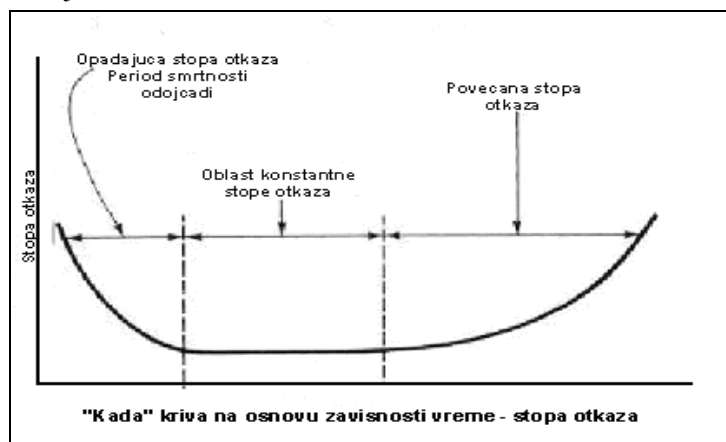
Amortizacija je novčana vrednost reproduktivnog trošenja, a zavisi od stepena tehničke opremljenosti, i intenziteta trošenja i veka trajanja. U troškove sredstava za rad se uključuju: amortizacija, troškovi tekućeg i investicionog održavanja.

Troškovi elemenata proizvodnje određeni su veličinom utroška u proizvodnji, i visinom nabavne cene. Troškovi elemenata proizvodnje predstavljaju samo deo ukupnih troškova poslovanja.

Troškovi preduzeća se definišu kao vrednost svih utrošaka i izdataka koji su izazvani stvaranjem proizvoda ili pruženjem usluga. Da bi se donele odgovarajuće poslovne odluke, potrebno je raspolagati sa valjanim informacijama o troškovima. U ekonomskoj analizi, pored tehničkih pokazatelja, potrebno je uzeti u obzir i visinu investicionih ulaganja i troškove eksploatacije. Osnova ekonomske analize opravdanosti je ustanovljavanje funkcionalne zavisnosti između tehnoloških faktora i troškova.

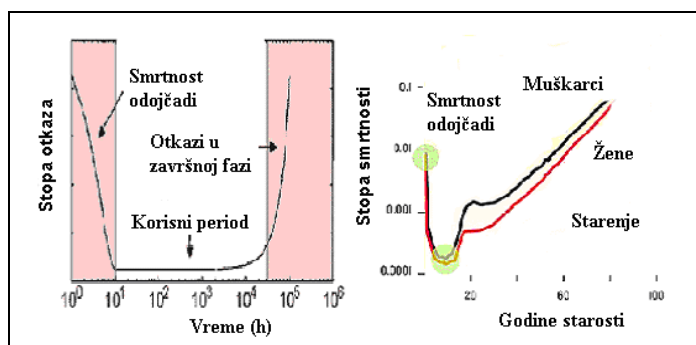
Modeli pouzdanosti, na osnovu aktuelnih podataka o otkazima i vremenu opravke daju raspoloživost, pouzdanost i pogodnost održavanja i druge detalje sistema koji omogućavaju razmatranje troškova. Ukupni troškovi životnog veka određuju prodajnu cenu proizvoda, odnosno posmatranog tehničkog sistema, kao i nivo početnih ulaganja. Pored tih troškova, postoje druga nužna ulaganja, koja su vezana na održavanje, koji često čine veći deo ukupnih troškova. Mehanizacija se uglavnom nabavlja na bazi troška životnog veka, odnosno održavanje se zasniva na troškovima životnog veka, što je predstavljeno na krivoj *kada* (kriva je u obliku kade). Prema krivoj koja se bazira na stopama otkaza u zavisnosti od vremena, više održavanja je potrebno kada je mehanizacija duže korištena. Rudarska mehanizacija je u opštem slučaju kombinacija električnih i mehaničkih komponenti, pri čemu je završetak ekonomskog životnog veka određen mehaničkim komponentama u skladu sa eksponencijalnim rastom troška održavanja u završnoj fazi korišćenja. [11]

Životni vek delova mehanizacije se može podeliti na tri posebna perioda. Na slici 2 je prikazana *Kada kriva* pouzdanosti koja modelira trenutni otkaz u vremenu *od klevke pa do groba*. Otkaz je stanje mašine, pri kom ona u potpunosti ili delimično gubi svoju radnu sposobnost i ne ispunjava zadate funkcije sa parametrima koji su uspostavljeni projektovanjem i konstruisanjem mašine ili parametrima koji su trebavani a prikazani su u tehničkoj dokumentaciji mašine. Jedan od najznačajnijih pokazatelja pouzdanosti je učestanost otkaza, odnosno očekivani broj otkaza u zadanom vremenu. Kriva raspodele učestanosti otkaza je *kada* kriva.



Slika 2. Kada kriva

Procena troškova životnog veka treba da da odgovor na pitanje: da li se i dalje isplati korištenje postojeće mašine uz generalni remont (znatna investiciona ulaganja) ili je neophodna nova mašina.



Slika 3. Kada kriva za mehanizaciju i Kada kriva za ljude - podaci za SAD-e za 1999.

3. UPRAVLJANJE ŽIVOTNIM VEKOM RUDARSKE MEHANIZACIJE NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA

3.1. Životni vek rotornog bagera

Rotorni bager je danas, najprimenljivija mašina na površinskim kopovima. U poslednjoj deceniji prošlog veka broj proizvedenih bagera naglo pada, dok broj revitalizovanih drastično raste. Dosadašnja iskustva pokazuju da se može izvršiti optimalna revitalizacija, koja može u tehničkom smislu zadovoljiti zahteve korisnika, a da se ne kupuje nova mašina. Pored revitalizacije čelične konstrukcije bagera neophodno je izvršiti i modernizaciju mašinske i elektro mehanizacije. Ovo je neophodno izvršiti tim pre, što se radi o mašinama koje imaju dug eksploatacioni vek za koji su po pravilu evidentniji osetni pomaci u razvoju upotrebljene tehnike i novih materijala.

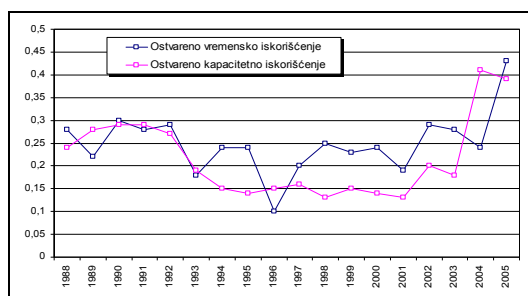
Na površinskom kopu uglja Drmno zastupljeni su bageri relativno novije proizvodnje. Najslabiju ocenu dobio je bager SRs 1300. Loša ocena stanja ovog bagera rezultat je pored evidentnih slabosti (sistem za transport, sistem za kopanje, sistem za dizanje i dr) detaljne dijagnostike stanja na bagera.

3.2. Prikaz rezultata

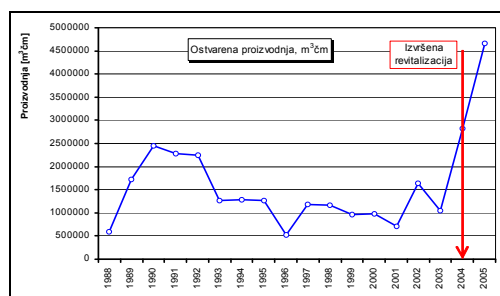
Bager SRs -1300 26/5+VR je počeo sa radom 1988. godine na površinskom kopu Ćirikovac u vrlo teškim uslovima na jalovini, a inače je projektovan za rad na uglju. Zbog tehnoloških problema je ipak korišćen na jalovini. Godine 2003. je prešao na površinski kop Drmno. Tokom 2004. godine je izvršena revitalizacija na Drmnu:

- zamenjena je cela pogonska grupa radnog točka,
- zamenjeni su svi reduktori pogonskog guseničnog transporta,
- montiran je novi kablovski bubanj,
- projektovana geometrija novih kofica sa reznim elementima.

Revitalizacija je urađena zbog ispunjavanja datog bilansa bagera SRs - 1300 (veća proizvodnja) a da bi bager odgovorio zahtevima, određeni sklopovi su modernizovani, odnosno revitalizovani.



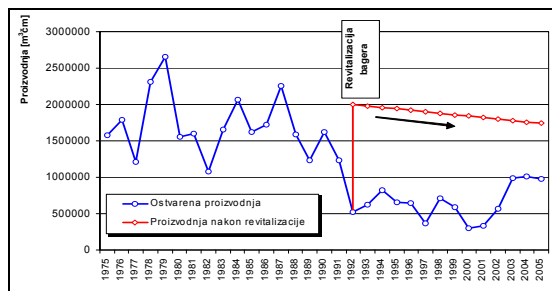
Slika 4. Ostvarena proizvodnja po godinama za bager SRs - 1300



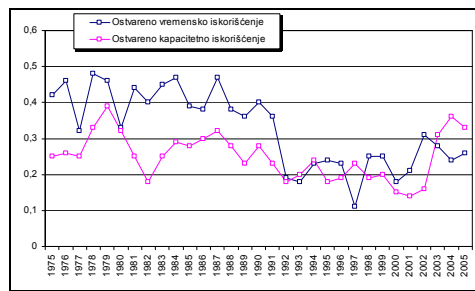
Slika 5. Ostvareno vrem. i kapacitetno iskorištenja bagera SRs -1300

Bager SRs - 470 20/3 (11)

Posle gotovo 19 godina rada na površinskom kopu Ćirikovac u prilično teškim uslovima rada, vidi se drastičan pad proizvodnje. Pored teških uslova rada na pad proizvodnje uticali su i loši materijalni uslovi (na primer, u vreme sankcija). Primetno je i smanjivanje i vremenskog i kapacitivnog iskorištenja. Ukoliko bi bila izvršena revitalizacija, ona bi dovela do osetnog poboljšanja.



Slika 6. Ostvarena proizvodnja godinama i proizvodnja nakon preporučene revitalizacije bagera SRs - 470



Slika 7. Ostvareno vremensko i kapacitetno iskorištenje bagera SRs - 470

3.3. Životni vek kamiona

Pristup dinamičkog rešavanja kompletne flote kamiona računanjem godišnjih troškova za svaku operaciju, je jedan od pristupa koji može omogućiti donošenje odluka. Prate se ekvivalentni godišnji troškovi. Optimalna solucija se postiže odabirom minimuma ekvivalentnih godišnjih troškova za prošlu godinu, što obezbeđuje najbolju politiku zamene mehanizacije. Određivanje vremena kada se menja deo mehanizacije je složen problem.

Računanje i procena troškova se mora koristiti da bi se procenili troškovi. Ekonomske studije alternativa zamene sastoje se od postojećih (starih) mašina, takozvanih Zaštitnika, i zamenjenih (novih) Izazivača. Ekonomski vek (takođe poznat i kao servisni (uslužni) vek neke mehanizacije je period vremena od momenta instalacije do momenta povlačenja iz primarne službe. Signal za zamenu dolazi iz inženjerske ekonomske studije, kada je ekvivalentni trošak nove mehanizacije manji od troška zadržavanja stare mehanizacije.

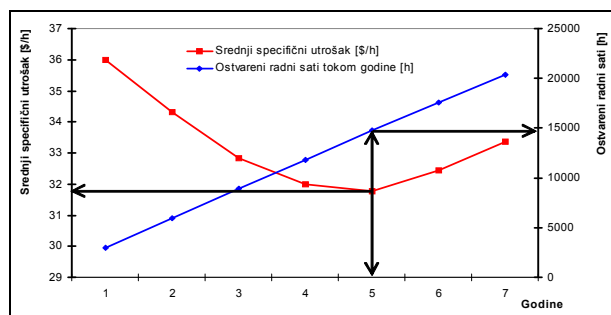
Za bilo koju mehanizaciju, ekonomski vek se može izračunati ukoliko su poznati različiti operativni i troškovi održavanja (ili se mogu izračunati) na vrednost iskorištavanja godinu po godinu. Ekonomski život smanjuje ekvivalentne troškove posedovanja i operativne troškove. Određivanje ekonomskog života za novu (Izazivač) i staru (Zaštitnik) mehanizaciju je važan za analizu zamene zbog fundamentalnog principa da se nova i postojeća mehanizacija porede u toku ekonomskog veka. Određivanje ekonomskog veka preko formalnih metoda se može postići sa procenama toka novca pre i posle takse.

Minimalni godišnji troškovi se javljaju na kraju godine N-ti Kamion imati minimalne godišnje troškove 92,134 ukoliko je u službi samo 5 godina ekonomskog veka, što podrazumeva ukupno 14,740 radnih časova. Minimalni prosečni trošak po satu rada za kamion tada iznosi 31.77 \$ na osnovu druge jednačine. Tabela 1. daje ekonomski vek idealne jedinice.

Tabela 1. Određivanje ekonomskog života N idealizovanog kamiona na kopu

Troškovi službe za k-tu godinu (\$)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
God.	Iskoriš. na kraju godine	Deprec. tokom godine	Troškovi kapitala (10%)	Godišnji operativni troškovi	Ukupni godišnji troškovi 3+4+5	Ekvival. godišnji trošak	Časovi rada godišnje	Prosečan trošak po satu rada
0	180,000	-	-	-	-	-	-	-
1	135,000	45,000	18,000	45,000	108,000	108,000	3,000	36.00
2	101,250	33,750	13,500	47,250	94,500	101,571	2,960	34.32
3	75,940	25,310	10,120	50,600	86,030	96,878	2,950	32.84
4	56,960	18,980	7,594	55,750	82,274	93,731	2,930	31.99
5	42,730	14,230	5,696	64,000	83,926	92,134	2,900	31.77
6	32,000	10,730	4,273	82,000	97,003	92,765	2,860	32.44
7	24,000	8,000	3,200	95,000	106,200	93,455	2,800	33.37

Određuje se i ekonomski (uslužni) vek za svaki kamion. Postojeći kamioni se mogu zadržati duže od ekonomskog veka jednako dok njihovi marginalni troškovi (ukupni troškovi za dodatnu službu po godini) budu manji od minimuma godišnjih troškova za idealni kamion čiji je marginalni limit 14,740 časova od ukupnog broja časova rada za svaki kamion. Srednji specifični utrošak prikazan na Slici 8. sledi trend krive *kade*, za idealizovani kamion.



Slika 8. Zamena idealizovanog kamiona

3.4. Životni vek pomoćne mehanizacije - buldozera

Osnovni tehnološki proces na površinskim kopovima se obavlja krupnom mehanizacijom, i to su uglavnom krupni tehnološki BTO sistemi na otkrivci i BTU ili BTD na korisnoj mineralnoj sirovini. Na površinskim kopovima, pored osnovnog tehnološkog procesa, otkopavanja, transporta i odlaganja jalovine, odnosno korisne mineralne sirovine, postoje brojni pripremni, pomoćni i sporedni radovi koji se obavljaju pomoćnom mehanizacijom, a od čije efikasnosti i efektivnosti zavisi ukupan ekonomski efekat osnovnog proizvodnog procesa. Kako efektivnost rada osnovne mehanizacije zavisi od rada pomoćnih mašina treba voditi račun o pravilnom izboru po vrsti, broju i tehničkim karakteristikama i pouzdanosti pomoćnih mašina.

Dozeri su najvažnije i po vrsti i obimu pomoćnih radova koji se njima obavljaju, najzastupljenije mašine na površinskim kopovima. Od mnoštva pomoćnih radova koji se po pravilu obavljaju dozerima, mogu se izdvojiti: izrada trasa za transport bagera i odlagača, izrada planuma za pomeranje transportera, nagurivanje rasutih masa u zonu dejstva rotornog točka, razbijanje i planiranje venaca odloženog materijala na odlagalištima, izrada trasa za saobraćajnice, izrada rampi, oblikovanje kosina, čišćenje etaža i transportnih puteva, vuča pogonskih i povratnih stanica. Dozeri se u osnovi sastoje od bazne mašine (traktora na guseničnom transportnom uređaju ili na pneumaticima) i izvesnog radnog organa čiji je osnovni element plug. [1]

3.5. Prikaz rezultata

Program za praćenje i proračun pokazatelja efektivnosti rada pomoćne mehanizacije na površinskim kopovima PoPom, koji je urađen na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, je korišten u radu. Na osnovu prikupljenih podataka iz eksploatacije, za dva buldozera TD-25G i CAT-D8R, su urađeni dijagrami angažovanog i efektivnog vremena rada, dijagrami utrošenog vremena za servise i opravke, dijagrami potrošnje goriva u datom vremenskom periodu, kao i dijagrami angažovanog i efektivnog iskorišćenja. I kao sublimacija svih navedenih dijagrama dobijen je i dijagram troškova i zarade u datom vremenskom periodu.

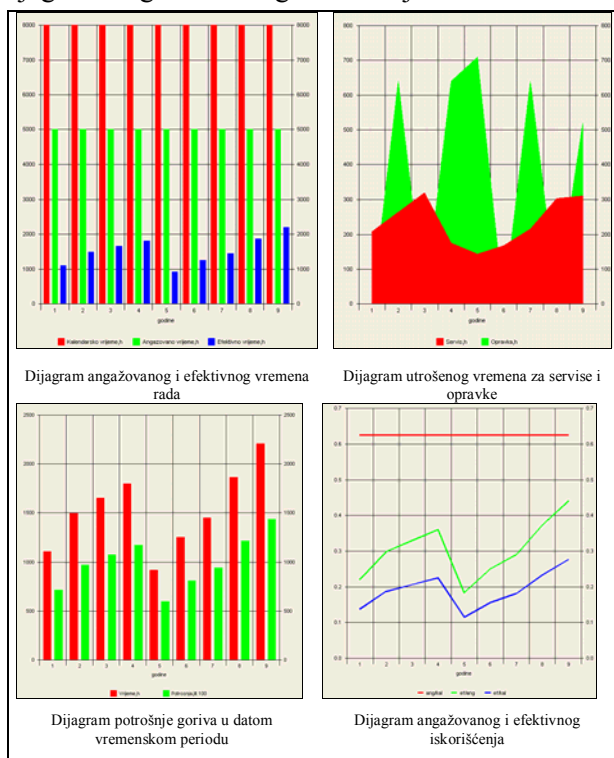
Buldozer CAT D8R (Slika 9.), interna oznaka K1, radi na površinskom kopu Drmno u ugljonosnom basenu Kostolac od 1998. godine. Tokom perioda 1998-2006. godine, odradio je 13,743 mh.



Slika 9. Buldozer CAT - D&R

Na Slici 10. prikazani su dijagrami efektivnog rada buldozera D8R koji radi na površinskom kopu Drmno, utrošenog vremena za servise i opravke, potrošnje goriva i efektivnog iskorišćenja istog. Specifičnost ovog kopa, sa aspekta održavanja svih guseničara, pa i ovog buldozera, je visoka koncentracija abrazivnih materijala (u prvom redu peska) koji čine radnu sredinu celokupne pomoćne mehanizacije.

To je dovelo do češćih intervencija na hodnom stroju buldozera, ali i na elementima prenosa obrtnog momenta. Negativan uticaj radne sredine i neprimerenog korišćenja i rukovanja mehanizacijom, doveo je do relativno malog efektivnog vremena rada, ali i intenzivnijeg tekućeg i servisnog održavanja.



Slika 10. Dijagrami angažovanog i efektivnog vremena rada, utrošenog vremena za servise i opravke, potrošnje goriva u datom vremenskom periodu, angažovanog i efektivnog iskorišćenja



Slika 11. Dijagram troškova i zarade CAT-D8R u datom vremenskom periodu

Sa dijagrama troškova i zarade u intervalu od deset godina, vidi se da su troškovi veći od zarade posle 7 godina angažovanja i rada buldozera. Znajući problematiku rada celokupne pomoćne mehanizacije na površinskom kopu Drmno, sa aspekta radne sredine, eksploatacije, održavanja i rukovanja, može se doći do zaključka da buldozer D8R (interna oznaka K1) ipak ima prosečan vek optimalnog trajanja. Ako pretpostavimo da je vek trajanja buldozera na kopu oko 15,000 mh (sa oko 2,500 mh godišnje), nameće se zaključak o opravdanosti analize troškova jednog buldozera na kopu. Ta analiza nam sugerise koji je buldozer najekonomičniji i najisplativiji za rad na jednom površinskom kopu.

Buldozer TD-25G (Slika 12.), interni broj 38, radi na površinskom kopu Ćirikovac u ugljonom basenu Kostolac od 1990. godine. Tokom perioda 1990-2006. odradio je 18,108 mh. Na Slici 13. prikazani su dijagrami efektivnog rada buldozera TD-25G koji radi na površinskom kopu Ćirikovac, utrošenog vremena za servise i opravke, potrošnje goriva i efektivnog iskorišćenja istog.

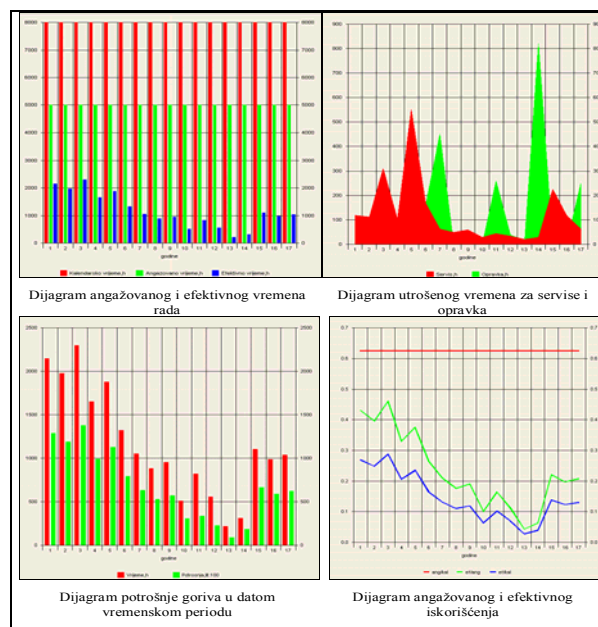


Slika 12. Buldozer TD-25G

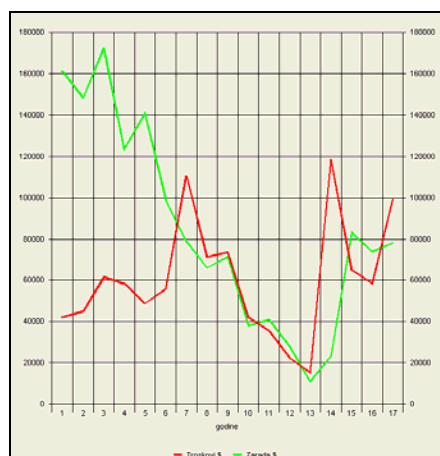
Površinski kop Ćirikovac predstavlja jedan od najtežih kopova za eksploataciju pomoćne mehanizacije, sa izraženom glinovitom i glinovito-peskovitom sredinom koji čine radnu sredinu celokupne pomoćne mehanizacije. Dalje, radni odnos održavaoca i rukovaoca prema mehanizaciji na ovom kopu je neadekvatan, sa posledicama po rad mehanizacije.

Glavni uzrok tome je zatvaranje kopa, odnosno završetak eksploatacije. To je dovelo do nepravovremenih intervencija na karakterističnim elementima buldozera. Ovaj negativan uticaj doveo je do relativno malog efektivnog vremena rada, ali i smanjenog tekućeg i servisnog održavanja.

Na osnovu prikupljenih podataka prikazanih na dijagramu troškova i zarade, vidi se da su troškovi veći od zarade posle 6 godina angažovanja i rada buldozera. Nakon šeste godine angažovanja došlo je do porasta troškova rada i održavanja. Nakon deset godina rada ovog buldozera, isti je konzerviran, a na njegovo mesto su došli novi buldozeri kineske proizvodnje PD320Y-1, koji nisu ostavili povoljan utisak.



Slika 13. Dijagrami angažovanog i efektivnog vremena rada, utrošenog vremena za servise i opravke, potrošnje goriva u datom vremenskom periodu, angažovanog i efektivnog iskorišćenja



Slika 14. Dijagram troškova i zarade TD-25G u datom vremenskom periodu

Ponovnim angažovanjem buldozera TD-25G u eksploataciju kopa, sa izuzetno velikim učešćem troškova za njegovo osposobljavanje, učenjen je pokušaj da se nadomesti nedostatak mašina. Međutim, ubrzo su troškovi ponovo bili veći od zarade i to posle dve godine efektivnog korišćenja, što potvrđuje napred izrečenu zavisnost. Sa istom pretpostavkom o veku trajanja buldozera (15,000 mh, sa oko 2,500 mh godišnje), nameće se zaključak o opravdanosti analize troškova jednog buldozera na kopu. Šta više, i nakon 18,108 mh rada, dolazi se do zaključka o neisplativosti eksploatacije i održavanja buldozera.

Međutim, ove analize ne prate modernizaciju i obnavljanje voznog parka teške mehanizacije, pa se nailazi na slučajeve mašina starih i preko 15 godina, kao što je slučaj sa buldozerom TD-25G (interni broj 38). Ipak, se može konstatovati, na osnovu analize koji je buldozer najekonomičniji i najisplativiji za rad na jednom površinskom kopu.

4. ZAKLJUČAK

Vrlo je teško dati odgovor na pitanje - da li izvršiti revitalizaciju mašine ili nabaviti novu mašinu. Odnosno, sa ekonomskog stanovišta, odabrati optimalni trenutak, u kojem je postojeću mašinu potrebno zameniti novom. Kriva životnog veka mehanizacije se razlikuje za osnovnu i pomoćnu mehanizaciju, kao i unutar same osnovne i pomoćne mehanizacije. Životni vek mehanizacije je period u kojem je mehanizacija u funkcionalnom stanju, odnosno koristi se za rad. Troškovi životnog veka opreme slede trend koji je sličan obliku krive *kade*. U radu su razmatrani rotorni bager i damper od osnovne mehanizacije i buldozer od pomoćne mehanizacije. Za rotorni bager važi takozvana *testerasta* kriva, dok se troškovi idealizovanog kamiona i buldozera mogu predstaviti krivom *kada*. Kriva *kada* kojom se predstavlja životni vek mehanizacije, kao i učestanost dokaza, slična je istoimenom krivoj za ljudsku populaciju.

Za osnovnu mehanizaciju (rotorni bager i kamion) može se reći da ima smisla ulaganje u remont i revitalizaciju. Kad je u pitanju rotorni bager, koji je danas, najprimenljivija mašina na površinskim kopovima, remont se vrši jednom godišnje, u trajanju od mesec dana.. U poslednjoj deceniji prošlog veka broj proizvedenih bagera je naglo pao, dok broj revitalizovanih drastično porastao. Dosadašnja iskustva pokazuju da se može izvršiti optimalna revitalizacija, koja može u tehničkom smislu zadovoljiti zahteve korisnika, a da se ne kupuje nova mašina. Ulazak mašine u revitalizacione aktivnosti radi produžetka radnog veka mora se bazirati na proceni tehničkog stanja mašine, vrlo konkretnog za svaku mašinu i precizne ekonomske procene, koja govori šta se time dobija. Kada se govori o buldozerima, može se reći, da ulaganje u remont i revitalizaciju nema smisla. S obzirom na to da buldozer ima životni vek (na osnovu posmatranih primera) od 6 do 7 godina, dotrajali buldozer treba zameniti novim, pre nego što treba ulagati u popravku stare mašine.

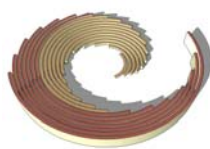
Literatura

1. Ignjatović D., (1995), *Izbor pomoćne mehanizacije za površinske kopove lignita*, Zadužbina Andrejević, Beograd
2. Spasić N., (1979), *Tehnologija površinske eksploatacije mineralnih sirovin*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva SAP Kosovo, Priština
3. Popović N., (1984), *Naučne osnove projektovanja površinskih kopova*, NIRO Zajednica - NIŠRO Oslobođenje, Sarajevo
4. Evropska agencija za rekonstrukciju, (2002), *Hitan investicioni program u rudarstvu (Srbija)*, Industrijska studija - konačan izveštaj, Lausitzer Braunkohle, AG,19
5. Todorović J., (1993), *Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema*, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Beograd
6. Tanasković T., *Sigurnost funkcionisanja i performansa raspoloživosti*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

ODRŽIVO UPRAVLJANJE KAMENIM AGREGATIMA - MEĐUNARODNI PROJEKAT SARMA

SUSTAINABLE AGGREGATES RESOURCE MANAGEMENT – SARMA INTERNATIONAL PROJECT

Simić V.¹, Živanović J.², Beljić Č.³, Životić D.⁴, Radivojević M.⁵

Apstrakt

Tokom 2009. godine pokrenut je trogodišnji Evropski projekat Održivo upravljanje kamenim agregatima - SARMA (Sustainable Aggregates Resource Management) na području jugoistočne Evrope, u kojem Rudarsko-geološki fakultet učestvuje sa još 13 partnera iz 10 zemalja. Projekat je finansiran od strane ERDF fondova (European Regional Development Fund) i IPA (Instrument for Pre-Accession Assistance) fondova. Koordinator IPA projekata u Srbiji je Ministarstvo finansija.

Vodeći partner na projektu je Geološki zavod Slovenije, a kontakt osoba dr Slavko Šolar. Kontakt osoba sa Rudarsko-geološkog fakulteta je dr Vladimir Simić, a ostali učesnici dr Čedomir Beljić, dr Dragana Životić i Jelena Živanović, dipl. inž. geologije. Kao volonter na projektu učestvuje Maša Radivojević, student Rudarsko-geološkog fakulteta. Cilj projekta je usklađivanje pristupa održivom upravljanju kamenim agregatima uključivanjem svih aktera u upravljanju mineralnim sirovinama (državne uprave, istraživača, proizvođača i prostornih planera), razmena iskustva i uspostavljanje regionalnog centra za održivo upravljanje kamenim agregatima na području jugoistočne Evrope.

¹ Prof. dr Vladimir Simić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Đušina 7, Beograd, Srbija, simicv@rgf.bg.ac.rs

² Jelena Živanović, dipl. inž. geol., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Đušina 7

³ Prof. dr Čedomir Beljić, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Đušina 7

⁴ Doc. dr Dragana Životić, dipl. inž. geol., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Đušina 7

⁵ Maša Radivojević, student, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Đušina 7

Detaljniji podaci o projektu mogu se pogledati na zvaničnoj veb-stranici projekta - www.sarmaproject.eu i veb stranici projekta u Srbiji: www.rgf.bg.ac.rs/projekti/SARMa_Serbia.pdf

Abstract

In 2009 was launched three-year European project sustainable aggregate – SARMa (Sustainable Aggregates Resource Management) in Southeast Europe, in which the Mining and Geology participate together with 13 partners from 10 countries. The project is funded by ERDF funds (European Regional Development Fund) and the IPA (Instrument for Pre-Accession Assistance) funds. Coordinator of the IPA in Serbia, the Ministry of Finance.

Leading partner in the project is Geological Survey of Slovenia, a contact person Slavko Solar., Contact person with the Mining and Geology Faculty, dr Vladimir Simic, and other participants Cedomir Beljic, dr Dragana Zivotic and Jelena Zivanovic, B. Sc. Eng. Geology. As a volunteer on the project involved Masa Radivojevic, a student of the Faculty of Mining and Geology. The project aims at harmonization of approaches to sustainable management of stone aggregates, involving all stakeholders in the management of mineral resources (public administration, researchers, manufacturers and spatial planners), exchange experience and establish a regional center for sustainable management of stone aggregates in Southeast Europe.

Detailed information on the project can be seen on the official website of the project: www.sarmaproject.eu and web site project in Serbia: www.rgf.bg.ac.rs/projekti/SARMa_Serbia.pdf

1. CILJEVI PROJEKTA

Projekat ima dva osnovna cilja:

1. Razvijanje zajedničkog-uskladenog pristupa održivom upravljanju kamenim agregatima (tehničko-građevinski kamen, građevinski šljunak i pesak) na prostoru jugoistočne Evrope (Southeastern Europe-SEE),
2. Ostvarivanje održivog snabdevanja kamenim agregatima na prostoru SEE, na temelju pravedne distribucije troškova i dobitaka pri proizvodnji kamenih agregata, upotrebe, odlaganja jalovine i recikliranja, potrošnje sirovina i energije, te poboljšanje kvaliteta življenja.

Ovi ciljevi ostvariće se putem koordinacije održivim upravljanjem agregatima kao mineralnim sirovinama, povećanja razmene iskustva (know-how), podsticanjem izgradnje kapaciteta (znanja) u preduzećima, državnim i lokalnim institucijama, razvijanjem informacione infrastrukture, usklađivanjem sa strategijom EU o održivom upravljanju prirodnim resursima (Thematic Strategy on the Sustainable use of Natural Resources - http://scp.eionet.europa.eu/themes/resource_use), naročito u domenu

problema i preporuka u vezi sa eksploatacijom u zaštićenim prostorima, potencijalnim sekundarnim izvorima kamenih agregata, mogućnostima transnacionalne distribucije agregata. Aktivnosti tokom sprovođenja projekta definisane su tako da povezuju institucije, donosiocice odluka, sprovodiocice politike, ekonomski sektor, koncesionare, civilno društvo i nevladin sektor, a sve kroz organizaciju radionica i širenjem rezultata putem publikacija i interneta.

1.1. Ciljevi projekta na lokalnom nivou

Ciljevi projekta na lokalnom nivou su sledeći:

- a) Optimizacija efikasnosti proizvodnje primarnih agregata;
- b) Smanjenje uticaja eksploatacije na životnu sredinu i poboljšanje metoda sanacije;
- c) Smanjenje nelegalne eksploatacije podizanjem svesti u smislu odgovornog društvenog ponašanja;
- d) Naglašavanje potrebe za recikliranjem građevinskog otpada i jalovine;
- e) Povećanje sposobnosti/znanja zainteresovanih grupa.

1.2. Pilot područje

Za pilot područje izabrano je ležište krečnjaka Kovilovača koje pripada kompaniji Kovilovača d.o.o. - Despotovac, o čemu je kao jedan od rezultata projekta izrađena odgovarajuća studija.

Razlozi zašto je izabrano navedeno ležište krečnjaka su brojni, a obuhvataju evropski nivo organizovanosti i proizvodnje agregata, uvođenje skoro svih evropskih preporuka u sistemu i načinu rada, uvedene ISO standarde, sopstvene inovacije u proizvodnji, društveno odgovorno poslovanje, konstantno usavršavanje u poslu, pa kao takvi predstavljaju dobar primer kako treba raditi u bilo kom poslu.

1.3. Ciljevi projekta na nacionalnom/regionalnom nivou

Ciljevi projekta na nacionalnom ili regionalnom nivou su sledeći:

- Ocena i utvrđivanje dostupnosti kamenih agregata i relevantna transportna povezanost;
- Razvijanje strategije za održivo upravljanje kamenim agregatima, uključujući zaštićena područja (nacionalne parkove, parkove prirode, nacionalne ekološke mreže), preporuke za upravljanje mineralnim sirovinama na nivou prostornih planova jedinica lokalne samouprave u svrhu osiguranja pristupa, ali i zaštite vrednih mineralnih sirovina u procesu upravljanja zemljištem, razmena iskustva i harmonizacija pristupa u okruzima (opštinama);
- Razvijanje preporuka i izrada uputstava za planiranje održivog upravljanja mineralnim sirovinama.

1.4. Transnacionalni ciljevi

Transnacionalni ciljevi projekta su:

- Izrada preporuka za metod harmonizacije održivog upravljanja kamenim agregatima na nivou regija i čitavog prostora jugoistočne Evrope;
- Izrada višenamenskog integrisanog sistema upravljanja agregatima (*Aggregates Intelligence System – AIS*) kao dugoročnog alata za transfer iskustva i znanja.

Nakon završetka projekta predviđena je izrada plana za uspostavljanje regionalnog centra za održivo upravljanje kamenim agregatima (Regional Centre on SARM & SSM) u svrhu poboljšanja mogućnosti usavršavanja i sticanja novih znanja (permanentno obrazovanje) svih zainteresovanih strana kroz radionice i obrazovne materijale.

U zemljama jugoistočne Evrope često ne postoji konzistentnost u upravljanju mineralnim sirovinama, posebno u aspektu sirovinske i energetske efikasnosti ili upotrebe alternativnih izvora sirovina. Rad na projektu osmišljen je na način da se problemima u vezi sa upravljanjem mineralnim sirovinama pristupa po principu *odozdo prema gore* (lokalni - regionalni/nacionalni - transnacionalni nivo) u različitim prostornim razmerama i u različitim državama. Transnacionalno partnerstvo stručnjaka i višeslojni institucionalni okviri omogućiće prenos znanja i prakse iz razvijenih područja prema onima sa manje iskustva ili kapaciteta.

Partneri će prihvatiti i prilagoditi relevantne EU dokumente kako bi se koordinisala politika upravljanja agregatima u saradnji sa svim relevantnim nosiocima aktivnosti vezanih za eksploataciju mineralnih sirovina, kako bi se definisale smernice za transnacionalno održivo upravljanje i pristup mineralnim sirovinama. Budući da u projektu učestvuju stručnjaci iz upravnih organa različitih nivoa, postoji mogućnost da se primenjene metodologije integrišu u razvojne i prostorne planove. Rezultati projekta biće primenljivi na prostoru zemalja jugoistočne Evrope (SEE), a harmonizovani pristup će omogućiti poboljšanje održivog kvaliteta života, racionalnije korišćenje resursa i dugoročnu saradnju među državama vezano za navedenu problematiku.

2. OČEKIVANI REZULTATI PROJEKTA

Rezultati projekta SARMA na lokalnom nivou će uključivati:

- Postupke za efikasniju eksploataciju agregata u svrhu maksimalne kapitalizacije dobiti i ostvarivanje održivog ciklusa razvoja kopova;
- Upotrebu i prihvatanje najboljih tehnologija pri eksploataciji;
- Problematiku nelegalne eksploatacije i izrada baza podataka (upotrebom satelitskih snimaka i terenskog obilaska);
- Postupno povećanje korišćenja građevinskog otpada kao zamene prirodnim agregatima.

Rezultati projekta SARMA na regionalnom nivou će uključivati:

- Poboljšanje i usklađivanje zakona i pravilnika sa održivim upravljanjem kao osnovnim principom eksploatacije agregata;
- Podsticanje recikliranja i potpunog iskorišćenja sirovine kao principa delovanja na regionalnom nivou;
- Podizanje svesti i prepoznatljivosti potrebe za održivim upravljanjem agregatima na nivou prostornih planova i ostalih aktera u procesu zaštite životne sredine i/ili prirode;
- Šira dostupnost i predstavljanje potrebnih informacija javnosti u smislu obaveštavanja interesnih grupacija i promocija pozitivnog delovanja društveno odgovornog poslovanja;
- Šira primena GIS platformi kao podrška održivom upravljanju mineralnim sirovinama;
- Izrada regionalne baze podataka proizvođača agregata i infrastrukturne mreže transporta u svrhu praćenja toka agregata.

Rezultati projekta SARMA na transnacionalnom nivou će uključivati:

- Povećanje nivoa znanja na temelju razmene iskustava različitih partnera;
- Veća koordinacija politika vezanih za održivo upravljanje na prostoru zemalja SEE;
- Efikasnije korišćenje energije u transportu (i redukcija emisije CO₂ i SO₂);
- Baza podataka o agregatima i koncesionarima povezana na zajedničku platformu;
- Kontinuirana i obostrano korisna saradnja učesnika projekta i posmatrača, ministarstava, regionalnih vlasti, obrazovnih ustanova, privrednih komora i industrije.

Rezultati projekta imaće primenu u širem području EU te će se takva iskustva, metodi i postupci dalje širiti preko pisanih materijala i uputstava, monografskog izdanja, kao i izgrađene informacione mreže o agregatima (AIS). Interes za najboljim dostupnim praksama u upravljanju mineralnim sirovinama dolazi od koncesionara (proizvođača), državne administracije i lokalnih zajednica, a u svrhu povećanja efikasnosti države.

3. KAPITALIZACIJA REZULTATA

Ovo je prvi međunarodni projekat na prostoru jugoistočne Evrope koji je usmeren prema održivom upravljanju mineralnim sirovinama. Upravljanje mineralnim sirovinama odvija se u svim državama i regijama iz kojih dolaze partneri na projektu; uprkos tome ni jedna zemlja niti regija nemaju jasno definisanu politiku i metode pristupa održivom upravljanju i planiranju dostupnosti mineralnih resursa, naročito kamenih agregata. Temelj ovog projekta predstavljaju brojni sprovedeni projekti, studije i ekspertize koje su napravili partneri i njihovi saradnici koji učestvuju u projektu. Prethodne studije su uglavnom finansirane iz lokalnih i regionalnih izvora.

Prenos rezultata projekta na nivo lokalne i državne administracije osiguran je učešćem državnih upravnih organa (HR, AL, HU), regionalnih (Emilia Romagna IT) i lokalnih administracija (Pella GR, Parma IT, MGK BiH) kao partnera na projektima. Rezultati projekta biće raspodeljeni putem stručnih i javnih događanja/skupova, a dostupne će biti elektronske i papirne verzije uputstava koji su rezultat projekta, kao i putem uspostavljene mreže, to jest Aggregates Intelligence System - AIS. Ova regionalna mreža poslužiće za razmenu znanja i iskustava između koncesionara, upravnih tela i civilnog društva.

Značajno je napomenuti da na projektu učestvuje i nekoliko naučno-istraživačkih institucija iz različitih država (SRB, RO, AT, GR), što je od učesnika na projektu veoma povoljno ocenjeno.

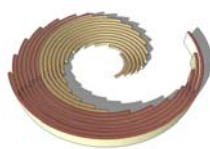
4. ZAKLJUČAK

Ovaj projekat predstavlja prvi kompleksan međunarodni projekat na temu kamenih agregata, koji se u mnogim državama pa i kod nas, tretiraju kao sirovina koja nema bitan značaj na nivou državnog planiranja, praćenja stanja sirovinske baze i godišnje potrošnje agregata. Ovakav pristup je potpuno pogrešan jer su prirodni kameni agregati strateška sirovina svake države, i to zbog ogromnog udela tih sirovina u ekonomskom razvoju cele privrede. Tu se podrazumeva i prerada dela agregata (proizvodnja cementa, kreča i drugih građevinskih materijala). Ako pogledamo sektor proizvodnje kamenih agregata u Srbiji, videćemo brojne izazove i probleme, kao što su: zastareli propisi i komplikovana procedura u oblasti geologije i rudarstva, često previše restriktivni propisi i takođe komplikovana procedura u oblasti zaštite životne sredine, nepostojanje i neshvatanje potrebe sistema stalnog usavršavanja stručnjaka na svim obrazovnim nivoima, kao i svih učesnika u procesu proizvodnje kamenih agregata (različita upravna tela, lokalne zajednice itd.), komplikovan i zastareo način finansiranja putogradnje, neredovno plaćanje proizvođačima agregata (koji na taj način *sufinansiraju* izgradnju puteva a nemaju nikakve naknadne koristi od toga). Nadamo se da će realizacija ovog projekta uspeti, zajednički sa svim zainteresovanim stranama, da obrazloži i ukaže na moguće načine poboljšanja u kompletnom procesu proizvodnje kamenih agregata. Pozitivno je, po našem mišljenju, što je poslednjih godina postignut značajan napredak u istraživanju ležišta tehničkog građevinskog kamena i njihovom otvaranju, što povećava konkurenciju koja je jedini razvojni podstrek. Takođe treba pomenuti uspostavljanje WEB-GIS Ministarstva za rudarstvo i energetiku, na kome mogu da se vrlo brzo dobiju određeni podaci od interesa za investitore i izvođače geoloških istraživanja. Na kraju, može se reći da teška ekonomska vremena i tranzicija traže mnogo više rada od svih nas, više dijaloga, razgovora i međusobnog razumevanja, kako bi se što pre prevazišli različiti problemi. Ne smemo da zaboravimo da smo u stvari svi mi koji radimo u sektoru mineralne industrije na istoj strani.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

ANALIZA MOGUĆNOSTI SLOŽENIH SISTEMA SELEKTIVNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA POVRŠISNKOM KOPU RADLJEVO

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF COMPLEX SYSTEMS SELECTIVE EXPLOITATION OF COAL ON OPENPIT RADLJEVO

Stepanović S.¹, Jakovljević I.², Šubaranović T.³

Apstrakt

Utvrdjivanje kapaciteta složenih tehnoloških sistema na selektivnom otkopavanju uglja predstavlja zadatak koji se uspešno može rešiti primenom odgovarajućih modela radne sredine i modela rada otkopne opreme. U konkretnom primeru razmatran je tehnološki sistem eksploatacije budućeg površinskog kopa Radljevo sa ciljem utvrđivanja ograničenja kapaciteta konkretnih sistema eksploatacije u konkretnim uslovima radne sredine.

Abstract

Determining the capacity of complex technological systems for the selective coal exploitation is a task that can be successfully solved by applying appropriate models of working environment and model of excavation equipment. In the example considered the technological system of exploitation of the future open pit Radljevo in order to determine the specific capacity constraints of the system of exploitation in particular the work environment.

¹ Saša Stepanović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

² dr Ivica Jakovljević, dipl. inž., Elektroprivreda Srbije, Beograd

³ mr Tomislav Šubaranović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

1. UVOD

Analiza iskorišćenja kapaciteta otkopne opreme angažovane u okviru složenih tehnoloških sistema na selektivnoj eksploataciji uglja na budućem površinskom kopu Radljevo sprovedena je primenom posebnog softverskog rešenja razvijenog za konkretne potrebe utvrđivanja parametara sistema eksploatacije, pre svega kapaciteta na otkopavanju uglja i jalovine. Ovaj osnovni parametar sistema eksploatacije daje polazne osnove za izbor i dimenzionisanje transportne i odlagališne opreme u cilju obezbeđenja prethodno projektovanog kapaciteta površinskog kopa.

Za proračun kapaciteta rada rotornih bagera i bagera vedričara korišćeni su modeli rada ove opreme razvijeni na Katedri za površinsku eksploataciju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Model radne sredine obuhvata model strukturne građe ležišta Radljevo, ograničenje u planu i vertikalnu podelu površinskog kopa na etaže.

Rezultat funkcionalnog povezivanja ova dva modela je mogućnost proračuna kapaciteta otkopne opreme u svakom proizvoljnom položaju otkopne opreme u planu i po visini. Ova mogućnost je korišćena u analizi kapaciteta sistema eksploatacije za različito struktuirane sisteme eksploatacije po pitanju tipa otkopne opreme i transportne šeme na etaži.

2. ANALIZA KAPACITETA SLOŽENIH SISTEMA NA PRIMERU POVRŠINSKOG KOPA RADLJEVO

Ograničenja u radu otkopne i transportne opreme pri selektivnom otkopavanju uglja svode se na ograničenja otkopne opreme pod uslovom da se sa aspekta transporta uglja i jalovine, podrazumeva ispunjenost uslova kapaciteta na transportu masa. Efikasna raspodela masa koje se u okviru šeme toka materijala usmeravaju ka odlagalištu, odnosno deponiji uglja, realizuje se raspodelnim uređajem na kraju veznih transporterata, nakon čega se mase sabirnim transporterima transportuju ka odlagalištu ili deponiji.

U pogledu odlaganja jalovine neophodno je obezbediti odlagač odgovarajućeg kapaciteta, kao i u slučaju masovnog otkopavanja. Negativni efekti neravnomernog pristizanja masa jalovine, koja je u funkciji strukture masa uglja i jalovine na visini etaže i konkretnog položaja otkopne opreme, se umanjuju korišćenjem jednog odlagača za veći broj bagera na otkopavanju.

Ograničenja otkopne opreme u pogledu primene tehnologije selektivne eksploatacije uglja mogu se podeliti na sledeće grupe:

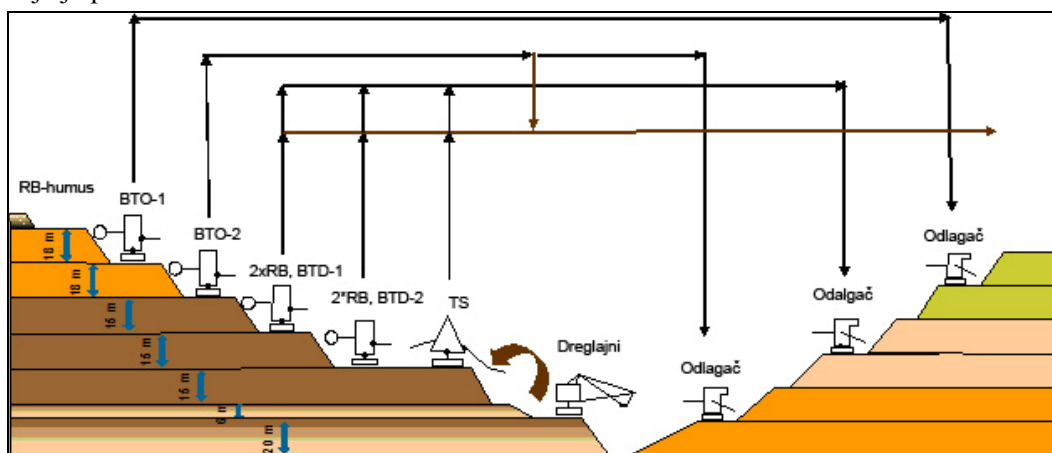
- Ograničenja sa aspekta konstruktivnih parametara;
- Ograničenja u pogledu tehničkih parametara;
- Ograničenja u pogledu tehnoloških parametara opreme.

Sa stanovišta parametara radne sredine, podrazumeva se da je moguće primeniti direktno otkopavanje i da je specifična nosivosti tla zadovoljavajuća.

Konstruktivni parametri otkopne opreme direktno utiču na tehnološke parametre rada, a samim tim i na kapacitet otkopavanja. Konstrukivni parametri direktno utiču na širinu i dužinu bloka (u funkciji dužine katarke, dužine gusenica, visine zglobove veze katarke sa konstrukcijom bagera), broj pojaseva otkopavanja (u funkciji prečnika rotora), debljinu reza (u funkciji visine bočne ivice vedrice) i visinu kopanja.

U konkretnom primeru razmatran je rad rotornih bagera tipa SchRs 630 i bagera vedričara ERs 1000 koji svojim konstruktivnim karakteristikama zadovoljavaju osnovne uslove za primenu selektivne eksploatacije uglja u skladu sa konstruktivnim parametrima površinskog kopa (visina etaža, uglovi nagiba etaža i sistema radnih etaža).

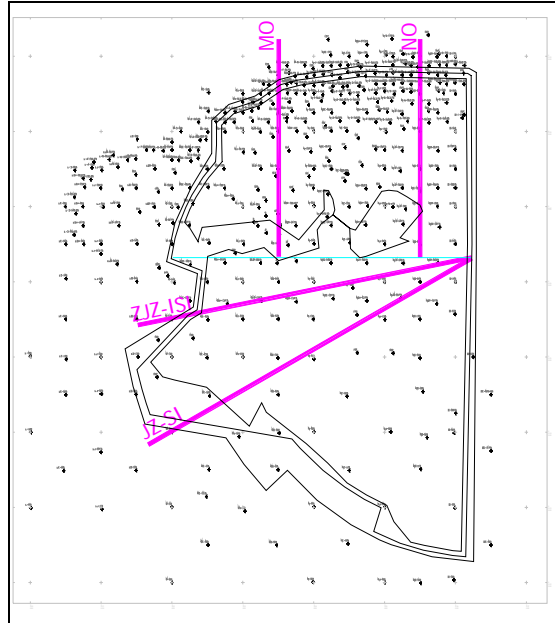
Ograničenja kapaciteta na otkopavanju uglja i jalovine proizilazi iz predviđene tehnološke šeme eksploatacije na površinskom kopu u odnosu na transportne mogućnosti, koja je prikazana na Slici 1.



Slika 1. Tehnološki presek sistema eksploatacije na površinskom kopu Radljevo

Jedan od razmatranih sistema eksploatacije na otkopavanju uglja i jalovine podrazumeva rad dva podsistema sa rotornim bagerima teoretskog kapaciteta $4,800 \text{ m}^3/\text{h}$ (u klasi rotornih bagera SchRs 630) i jednog podsistema sa bagerima vedričarima teoretskog kapaciteta $2,200 \text{ m}^3/\text{h}$ (tipa ERs 1120). Podsistemi sa rotornim bagerima uglj i otkrivku transportuju etažnim transporterima širine $2,000 \text{ mm}$, a putem razdelnih uređaja tok materijala se usmerava ka zbirnom transporteru za uglj širine $2,250 \text{ mm}$, i zbirnom transporteru za jalovinu iste širine ka odlagaču teoretskog kapaciteta $15,400 \text{ m}^3/\text{h}$.

Imajući u vidu tehnički kapacitet zbirnih transportera i odlagača od oko $10,000 \text{ m}^3/\text{h}$ izvršena je analiza zbirnih kapaciteta na uglju i jalovini podsistema sa rotornim bagerima. Analiza je izvršena za četiri karakteristična preseka i to po profilskim linijama prikazanim na Slici 2., i označenim kao profilске linije NO, MO, ZJZ-ISI i JZ-SI. Položaj preseka određen je na osnovu planiranog razvoja fronta radova na otkopavanju i strukture ugljene serije tako da obuhvataju zone sa izraženom raslojenošću ugljene serije.



Slika 2. Položaj preseka za analizu zbirnog kapaciteta sistema na otkopavanju uglja

Analiza je sprovedena modeliranjem slučajnih događaja po dužini fronta radova i visini etaže na osnovu sledećih pretpostavki:

- Za konkretnu poziciju fronta radova površinskog kopa pozicija rotornih bagera po dužini fronta radova se može smatrati kao slučajan događaj, odnosno pozicija rotornog bagera na etaži može biti bilo koja.
- Za konkretan položaj rotornog bagera na etaži sam bager može raditi na otkopavanju jalovine, otkopavanju uglja ili biti u manevarskom pokretu. Kapacitet koji se pri tome realizuje zavisi od pobrojanih faktora. Verovatnoća da bager vrši otkopavanje uglja, jalovine ili je u manevarskom pokretu zavisi od vremena rada u jalovini, u uglju i vremena koje se troši na manevarske pokrete u odnosu na ukupno efektivno vreme koje bager provodi u jednom bagerskom bloku.

Struktura otkopavanja po visini etaže usvojena je na osnovu vertikalne podele na pojaseve za najbližu bušotinu.

- Zbirni kapacitet predstavlja sumu kapaciteta svih bagera koji se realizuje u jednom rezu na otkopavanju jalovine, odnosno otkopavanju uglja.
- Realizacija maksimalnih kapaciteta na otkopavanju jalovine, odnosno uglja, ograničena je kapacitetima etažnih i zbirnih transportera, odnosno, odlagališne opreme.

Obzirom da analizirani sistem na otkopavanju predstavlja kombinovani sistem (tri paralelna elementa predstavljena sistemima na uglju u okviru kojih su serijski povezana po dva otkopna elementa), u cilju ispitivanja mogućih ograničenja sistema analizirani su slučajevi pojavljivanja rada bagera u uglju, odnosno jalovini.

U okviru jednog sistema mogući su sledeći slučajevi:

- Oba bagera se nalaze u položaju da otkopavaju uglj;
- Oba bagera se nalaze u položaju da otkopavaju jalovinu;
- Jedan bager se nalazi u položaju da otkopava jalovinu, a drugi uglj, tok materijala postoji samo na jalovini;
- Jedan bager se nalazi u položaju da otkopava jalovinu, a drugi uglj, tok materijala postoji samo na uglju.

Kada se bageri, angažovani u okviru istog sistema, nalaze u različitim sredinama (uglj/jalovina) na sva tri sistema tok materijala na uglju, odnosno samo na jalovini je posmatran kao slučajaj događaj.

Statistička analiza po pojedinim profilnim linijama data je u daljem tekstu.

Zbirni kapaciteti na uglju i otkrivci - Profil NO

Severni deo - Profil NO

	Kapaciteti na uglju (m ³ /h)	Kapaciteti na jalovini (m ³ /h)	Broj pojaseva u uglju	Broj pojaseva u jalovini
Srednja vrednost	4763	2102	2.79	1.33
Mediana	4815	733	3	1
Standardna devijacija	2683.262	2601.746	1.406	1.491
Broj slučajeva	136	136	136	136
Suma	647741	285858	379	181
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	11009	9795	5	5
I interkvartilna granica	2994	0	2	0
II interkvartilna granica	6268	3621	4	2

Slučajevi pojavljivanja otkopavanja u uglju i jalovini

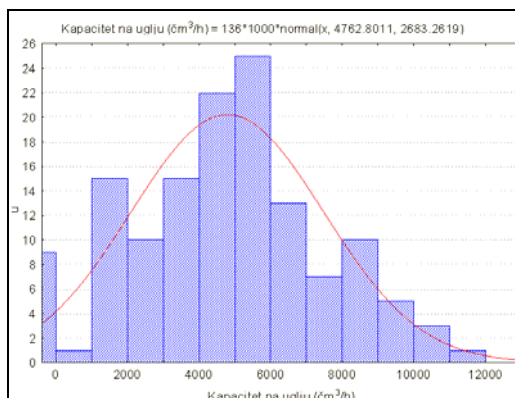
	I BTĐ sistem				II BTĐ sistem				III BTĐ sistem			
Ukupan broj blokova	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
272	118	85	69	0	150	50	68	4	111	46	47	0
Stepen iskorišćenja kapaciteta bagera u sisitemu	0.873				0.875				0.664			

1 - Broj blokova kada su oba bagera u uglju

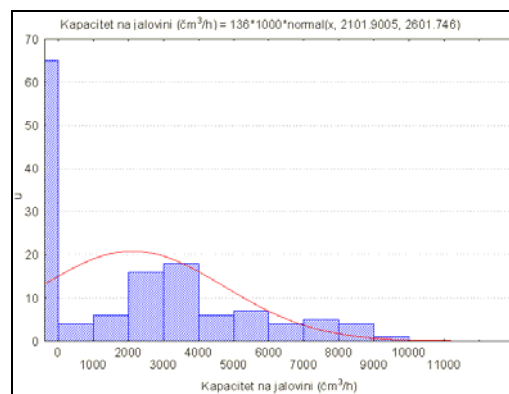
2 - Broj blokova kada su oba bagera u jalovini

3 - Broj blokova kada je jedan bager u uglju, a drugi u jalovini

4 - Broj blokova kada su oba bagera u manevarskom pokretu



Slika 3. Raspodela kapaciteta na otkopavanju uglja na preseku NO

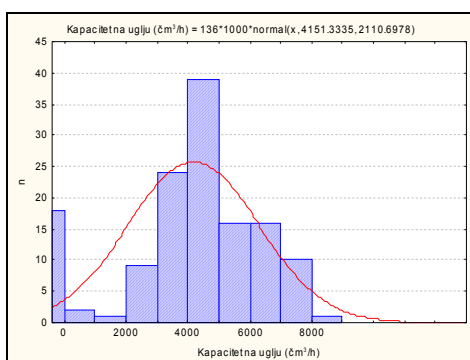


Slika 4. Raspodela kapaciteta na otkopavanju jalovine na preseku NO

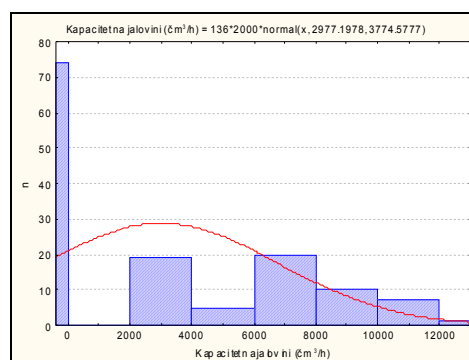
Zbirni kapaciteti na uglju i otkrivci- Profil MO

Severni deo - Profil MO

	Kapaciteti na uglju (m³/h)	Kapaciteti na jalovini (m³/h)	Broj pojaseva u uglju	Broj pojaseva u jalovini
Srednja vrednost	4151	2977	2.59	1.35
Mediana	4397	0	3	0
Standardna devijacija	2110.698	3774.578	1.273	1.671
Broj slučajeva	136	136	136	136
Suma	564581	404899	352	184
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	8076	13023	4	5
I interkvartilna granica	3338	0	2	0
II interkvartilna granica	5591	6531	4	3



Slika 5. Raspodela kapaciteta na otkopavanju uglja na preseku MO



Slika 6. Raspodela kapaciteta na otkopavanju jalovine na preseku MO

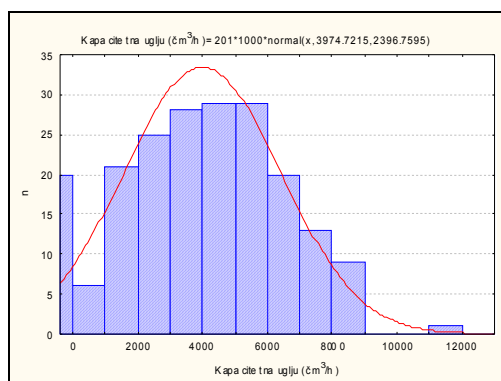
Slučajevi pojavljivanja otkopavanja u uglju i jalovini

	I BTD sistem				II BTD sistem				III BTD sistem			
Ukupan broj blokova	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
272	181	33	58	0	83	61	128	0	88	90	121	0
Stepen iskorišćenja kapaciteta bagera u sisitemu	0.893				0.765				0.877			

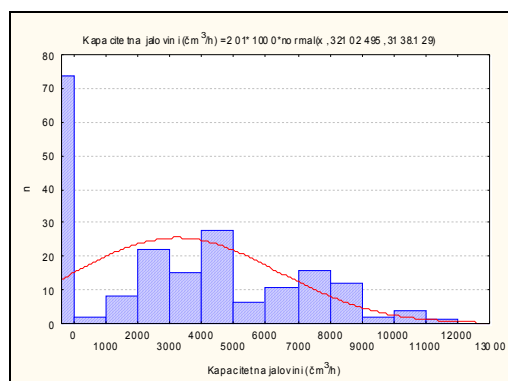
Zbirni kapaciteti na uglju i otkrivci - Profil ZJZ-ISI

Južni deo - Profil ZJZ-ISI

	Kapaciteti na uglju (m ³ /h)	Kapaciteti na jalovini (m ³ /h)	Broj pojaseva u uglju	Broj pojaseva u jalovini
Srednja vrednost	3975	3210	2.44	1.64
Mediana	4009	2899	3	2
Standardna devijacija	2396.760	3138.129	1.315	1.566
Broj slučajeva	201	201	201	201
Suma	798919	645260	491	329
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	11703	11647	5	5
I interkvartilna granica	2270	0	2	0
II interkvartilna granica	5655	5098	3	3



Slika 7. Raspodela kapaciteta na otkopavanju uglja na preseku ZJZ-ISI



Slika 8. Raspodela kapaciteta na otkopavanju jalovine na preseku ZJZ-ISI

Slučajevi pojavljivanja otkopavanja u uglju i jalovini

	I BTD sistem				II BTD sistem				III BTD sistem			
Ukupan broj blokova	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
402	149	145	108	0	207	91	104	0	135	93	99	0
Stepen iskorišćenja kapaciteta bagera u sisitemu	0.866				0.871				0.690			

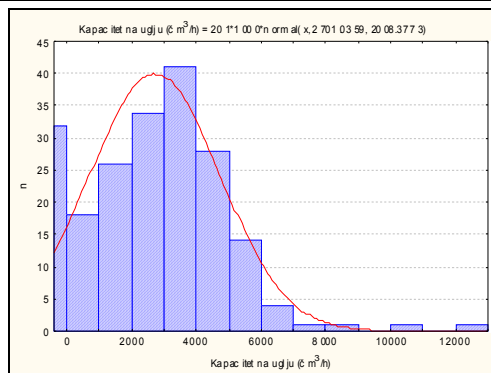
Zbirni kapaciteti na uglju i otkrivci - Profil JZ-SI

Južni deo - Profil JZ-SI

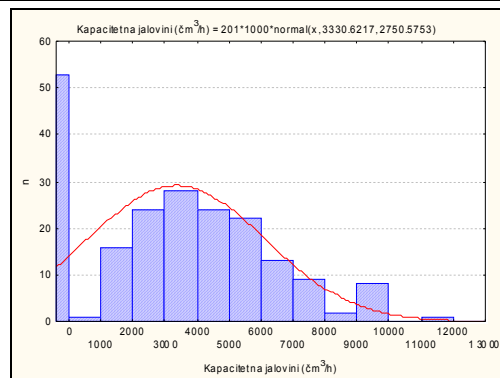
	Kapaciteti na uglju (m^3/h)	Kapaciteti na jalovini (m^3/h)	Broj pojaseva u uglju	Broj pojaseva u jalovini
Srednja vrednost	2701	3331	2.08	2.04
Mediana	2541	3378	2	2
Standardna devijacija	2008.377	2750.575	1.266	1.620
Broj slučajeva	201	201	201	201
Suma	542908.2	669455	418	411
Minimum	0	0	0	0
Maksimum	12353	11293	5	6
I interkvartilna granica	1165	0	1	0
II interkvartilna granica	3943	5088	3	3

Slučajevi pojavljivanja otkopavanja u uglju i jalovini

	I BTD sistem				II BTD sistem				III BTD sistem			
Ukupan broj blokova	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
402	141	162	99	0	148	146	108	0	129	103	116	0
Stepen jednovremenosti rada oba bagera u sistemu	0.877				0.866				0.721			



Slika 9. Raspodela kapaciteta na otkopavanju uglja na preseku JZ-SI

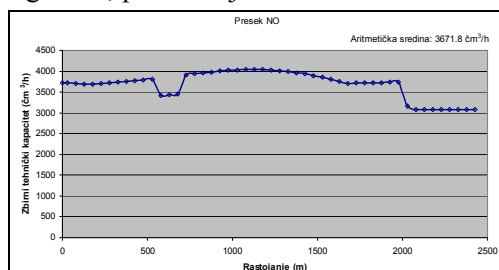


Slika 10. Raspodela kapaciteta na otkopavanju jalovine na preseku JZ-SI

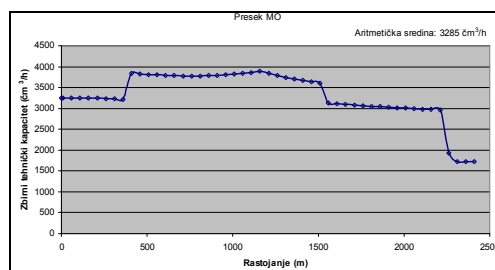
Na osnovu izvršene statističke analize realizovanih kapaciteta na otkopavanju uglja i jalovine moguće je proračunati verovatnoće da kapacitet na otkopavanju bude iznad kapaciteta zbirnih transportera i na osnovu toga izvršiti izbor odgovarajuće transportne ili odlagališne opreme.

Sprovedena statistička analiza poslužila je i za proračun zbirnih kapaciteta po pojedinim položajima fronta radova (profilima).

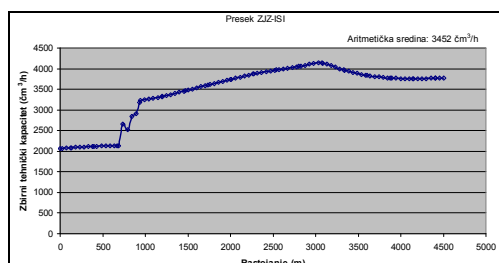
Proračun zbirnih kapaciteta izvršen je za tri slučaja. Prvi slučaj predstavljen je sistemom eksploatacije sa serijskim elementima u okviru jednog BTD sistema. Pri proračunu kapaciteta po pojedinim profilnim linijama uzet je u obzir stepen iskorišćenja kapaciteta bagera u okviru jednog sistema koji su prikazani u okviru statističke analize zbirnih kapaciteta na uglju i jalovini. To praktično znači da je zbirni kapacitet otkopne opreme dobijen kao zbir kapaciteta pojedinačnih sistema umanjenih za koeficijent iskorišćenja. Zbirni kapaciteti po pojedinim profilnim linijama i pojedinačno po bagerima, prikazan je na Slikama 11. do 14.



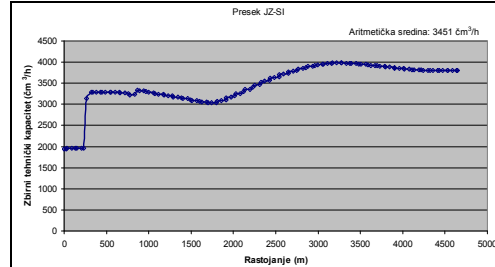
Slika 11. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku NO



Slika 12. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku MO



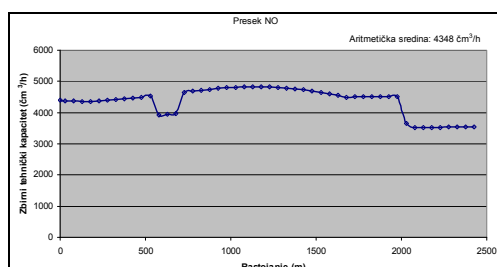
Slika 13. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku ZJZ-ISI



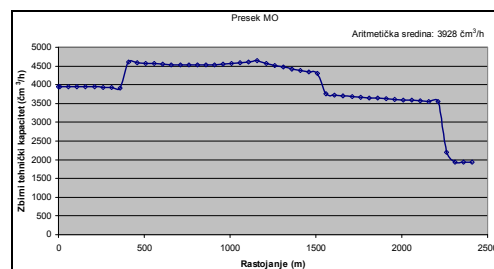
Slika 14. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku JZ-SI

Drugi analiziran slučaj je kada su pojedinačni bageri u okviru sistema povezani paralelano, odnosno, kada svaki bager ima svoj etažni transporter sa razdelnim uređajem na kraju. Zbirni kapaciteti po profilnim linijama proračunati su kao zbir kapaciteta pojedinačnih bagera i dijagrami kapaciteta po pojedinim profilima prikazan je na Slikama 15. do 19.

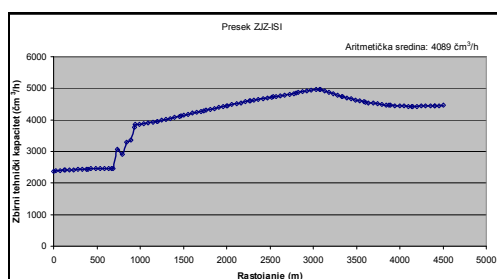
Treći slučaj je kada su pojedinačni bageri u okviru sistema povezani paralelno, a na etaži III BTB sistema je umesto dva vedričara angažovan jedan rotorni bager tipa SchRs 630. Zbirni kapaciteti po profilnim linijama proračunati su kao zbir kapaciteta pojedinačnih bagera i dijagrami kapaciteta po pojedinim profilima prikazan je na Slikama 19. do 23.



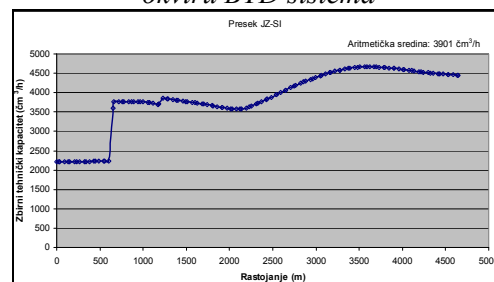
Slika 15. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku NO u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



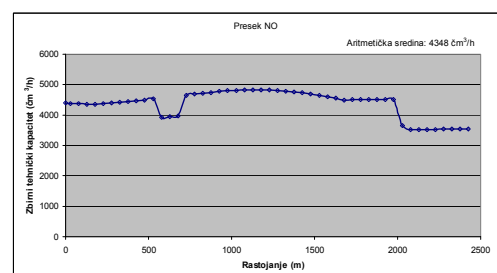
Slika 16. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku MO u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



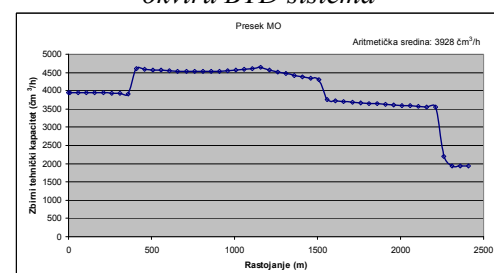
Slika 17. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku ZJZ-ISI u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



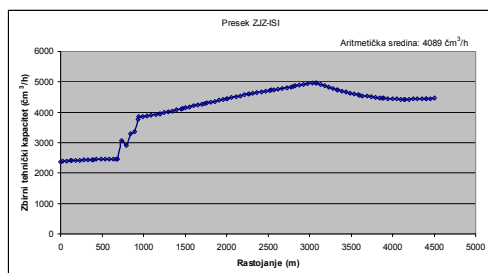
Slika 18. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku JZ-SI u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



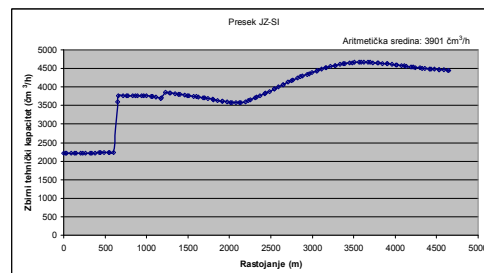
Slika 19. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku NO u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



Slika 20. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku MO u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



Slika 21. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku ZJZ-ISI u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema



Slika 22. Dijagram zbirnih kapaciteta na otkopavanju na preseku JZ-SI u slučaju paralelno povezanih bagera u okviru BTD sistema

U Tabeli 1. prikazane su kapacitativne mogućnosti sistema eksploatacije sa serijski i paralelno povezanom otkopnom opremom u okviru jednog podsistema, što ujedno predstavljaja i krajnji rezultat sprovedene analize.

Tabela 1. Kapaciteti serijskih sistema po presecima sa rotornim bagerima i vedričarima

Presek	Kapacitet sistema eksploatacije (čm ³ /h)		
Presek	Serijska veza rotornih bagera i vedričara u okviru etaže	Paralelna veza rotornih bagera i vedričara u okviru etaže	Paralelna veza rotornih bagera u okviru etaže
Severni deo NO	7,343.6	8,695.0	10,861.9
Severni deo MO	6,570.4	7,855.9	8,870.7
Južni deo ZJZ-ISI	6,905.8	8,177.9	10,103.3
Južni deo JZ-SI	6,903.0	7,801.9	9,509.0

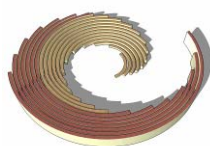
3. ZAKLJUČAK

Prikazana metodologija analize mogućnosti složenih sistema selektivne eksploatacije uglja uspešno se može primeniti u cilju definisanja kapaciteta i ograničenja sistema eksploatacije kao parametara za izbor otkopne, transportne, odlagališne i opreme prerade uglja. Rezultati sprovedenog postupka pružaju neophodne podatke za dalje sagledavanje tehničkih i ekonomskih pokazatelja površinskog kopa u celini. Neophodni preduslov za to su dobro poznavanje strukturnih karakteristika ležišta kao i karakteristika radne sredine bitnih za određivanje kapaciteta rada otkopne opreme.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCASE MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

PRIKAZ PRORAČUNA FAKTORA STABILNOSTI KOSINA POVRŠINKOG KOPA GRAČANICA - GACKU U DELU POLJA C

REVIEW OF CALCULATION OF SLOPE STABILITY FACTOR FOR OPENPIT GRAČANICA - GACKO IN PART OF FIELD C

Stepanović S.¹, Petrović B.², Vuković B.³

Apstrakt

Definisanje konstruktivnih parametara površinskog kopa u složenim strukturno-geološkim, hidrogeološkim i uslovima okruženja, zahteva detaljnu analizu svih bitnih karakteristika radne sredine i uslova okruženja u kome se formira površinski kop. Proračun faktora sigurnosti kosina površinskog kopa predstavlja složen proces koji zahteva sprovođenje niza proračuna sa variranjem bitnih parametara, što je moguće sprovesti samo uz primenu odgovarajućih softverskih rešenja. U radu je prikazan primer proračuna faktora sigurnosti kosina površinskog kopa Gračanica - Gacko.

Abstract

Defining the design parameters of the open pit in the complex structural-geological, hydrogeological and environmental conditions, requires a detailed analysis of all the essential characteristics of the working environment and conditions of the surroundings. Calculation of safety factor of open pit mine slopes poses is a complex process which requires the implementation of a series of calculations with varying main parameters, which can be achieved only with the suitable software solutions. This paper present an example of slope safety factors calculation for open pit Gracanica - Gacko.

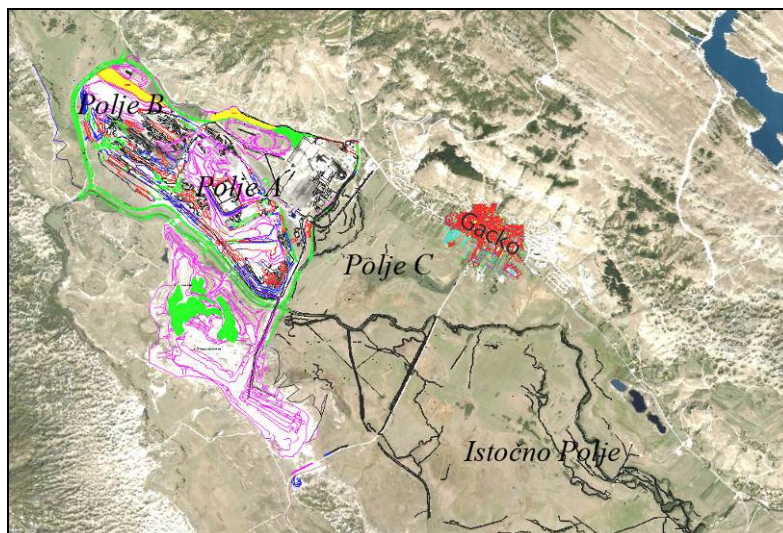
¹ Saša Stepanović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

² mr Branko Petrović, dipl. inž., RB Kolubara, Lazarevac

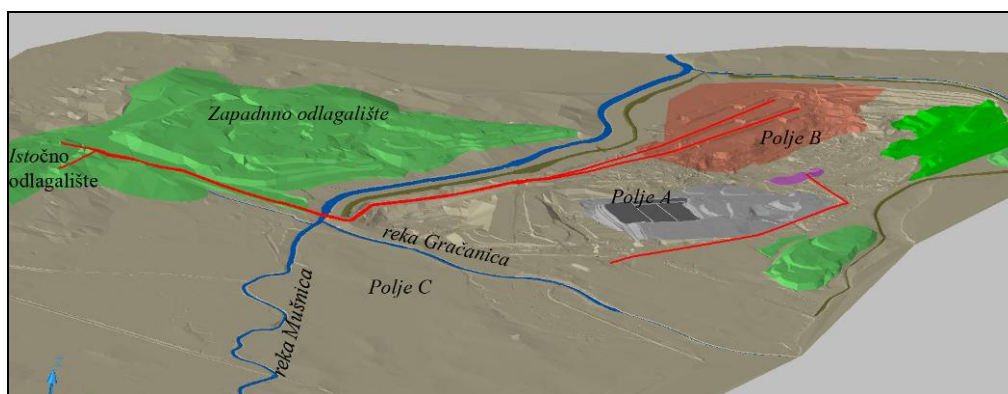
³ mr Bojo Vuković, dipl. inž., Rudnik i Termoelektrana Gacko, Gacko

1. UVOD

Površinski kop Gračanica - Gacko je otvoren 1978. godine na zapadnom delu Gatačkog polja. Na do sada otvorenim poljima (Polje A i Polje B) eksploatacija uglja ulazi u završnu fazu. Selektivna eksploatacija orjentisana je na Polje B, dok na Polju A predstoji otkopavanje zaostalih delova ležišta po obodu površinskog kopa, izgradnja novih stacionarnih kaseti za deponovanje pepela i formiranje unutrašnjeg odlagališta jalovine. Pored iskorišćenja smeštajnog prostora, namena unutrašnjeg odlagališta na Polju A je i za izmeštanje korita reke Gračanice da bi se oslobodio prostor za otvaranje Centralnog Polja (Polje C) na kome će se vršiti dalja eksploatacija uglja. Položaj površinskog kopa Gračanica dat je na Slikama 1. i 2.



Slika 1. Položaj površinskog kopa Gračanica

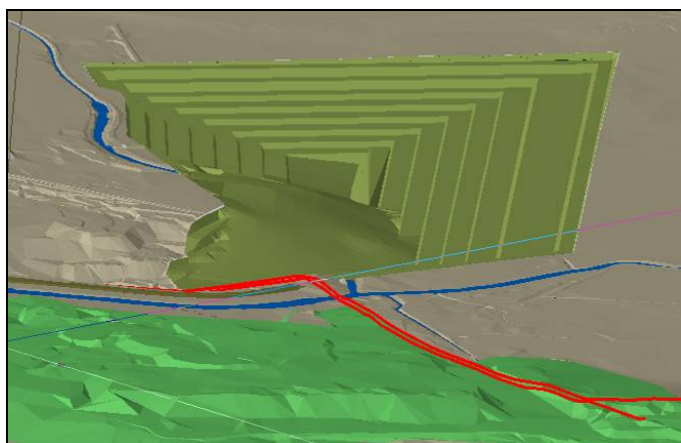


Slika 2. Položaj postojećih odlagališta i polja površinskog kopa

Za položaj eksploatacije uglja na površinskom kopu Gračanica-Gacko, odnosno, za pravac i smer napredovanja fronta radova na otkopavanju otkrivke i uglja i odlaganju jalovine ne postoje druge opcione mogućnosti u preostalom vremenu do kraja eksploatacije.

Sistem eksploatacije se sastoji od kombinacije kontinualnog i diskontinualnog otkopavanja otkrivke i diskontinualnog selektivnog otkopavanja uglja. Dinamiku eksploatacije normativno prate sve ostale faze i delovi sistema eksploatacije o čemu su u projektu data potrebna grafička i analitička obrazloženja.

U funkciji obezbeđenja dovoljne količine kvalitetnog uglja za snabdevanje termoelektrane Gacko za narednih pet godina, površinskim kopom je okonturen deo Polja C (Slika 3.)



Slika 3. Kontura površinskog kopa Gračanica u delu Polja C

Uslovi okruženja površinskog kopa mogu se okarakterisati kao veoma složeni, obzirom da južnu kosinu površinskog kopa ograničava postojeći tok reke Mušnice, zapadnu objekti termoelektrane i severnu grad Gacko i magistralni put.

2. INŽENJERSKO-GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

U funkciji definisanja konstruktivnih parametara površinskog kopa Gračanica u delu Polja C izvršena je detaljna analiza utvrđenih geomehaničkih parametara radne sredine. Kao polazne podloge za usvajanje relevantnih geomehaničkih parametara za proračun faktora stabilnosti kosina korišćeni su

Geomehanička (inženjersko-geološka-geomehanička) istraživanja vršena su uglavnom zajedno sa geološkim i hidrogeološkim istraživanjima. Geomehaničke karakteristike stenskih masa Gatačkog ugljenog basena određene su na osnovu brojnih terenskih i laboratorijskih istraživanja i ispitivanja sprovedenih po eksploatacionim poljima u više faza, prvenstveno u periodu od 1973. do 1986. godine, a u manjim obimima i u kasnijim periodima (1991., 2005. godine).

Litostratigrafski prikaz gatačkog basena, na bazi detaljne geološke karte 1:5.000, geološko-obračunskih profila i profila istražnih bušotina dat je na Slici 4.

Q	Oznaka paketa	Maks. deblj. (m)	Naziv paketa
	¹³ Ng	35	Krovinske gline i laporci
	¹² Ng(D)	31	Treći krovinski ugljeni sloj
	¹¹ Ng(C)	28	Drugi krovinski ugljeni sloj
	¹⁰ Ng(B)	24	Prvi krovinski ugljeni sloj
	⁹ Ng(A)	22	Gornji tufogeni paket
	⁸ Ng	166	Laporci visoke krovine glavnog ugljenog sloja
	⁷ Ng	7	Trakasti laporci sa ugljem
	⁷ Ng	36	Vapnoviti laporci - "kongerijski nivo"
	⁶ Ng	34	Glavni ugljeni sloj
	⁵ Ng	45	Laporovi i tufiti-ni laporci (sa melanopsisima)
	⁴ Ng	22	Prvi podinski ugljeni sloj
	³ Ng	95	Laporci, gline i tufovi (sa fosarulusima) (donji tufogeni paket)
	² Ng	21	Drugi podinski ugljeni sloj
	¹ Ng	<100	Gline sa karbonatnim konkrecijama

Slika 4. Šematski prikaz geološkog stuba Gatačke ugljonosne formacije

Tokom svih ovih istraživanja i ispitivanja utvrđena je velika promjenljivost inženjersko-geoloških i fizičko-mehaničkih svojstava tvorevina neogene serije gatačkog basena. Rezultati istraživanja inženjersko-geoloških i fizičko-mehaničkih svojstava su dati u Elaboratu o geotehničkim i inženjersko-geološkim istraživanjima ugljenog basena Gacko (RO Geoinženjering, Sarajevo, OOUR Geoinstitut, Ilidža, Sarajevo, 1986. godina), Elaboratu o rezultatima detaljnih geoloških, inženjersko-geoloških, geomehaničkih i hidrogeoloških istraživanja područja planiranog useka otvaranja budućeg površinskog kopa Gacko (DP Geoinstitut, Ilidža, Sarajevo maj, 1991. godina), Elaboratu o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi uglja u ležištu Gacko sa stanjem 31.12.2003. godina (Geozavod - Zvornik, Zvornik, 2004. godina), Elaboratu o rezultatima detaljnih geoloških, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja prelaznog područja između PK Gračanica i budućeg površinskog kopa Gacko (Republički zavod za geološka istraživanja - Zvornik, Zvornik, 2006. godina) i Elaboratu o rezervama uglja u ležištu Gacko sa stanjem 31.12.2006. godine, Geozavod - Zvornik, Zvornik, maj 2007. godine,

U okviru Centralnog istražnog polja gatačkog basena, izvršeno je zoniranje stenskog materijala u geotehničke jedinice i to u pet osnovnih kategorija stenskih masa (K_1 do K_5). Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i statističke obrade rezultata laboratorijskih ispitivanja, sa aspekta njihove upotrebe za proračun stabilnosti kosina, date su sledeće vrednosti osnovnih geomehaničkih parametara (Tabela 1.).

Tabela 1. Osnovni fizičko-mehanički parametri radne sredine relevantni za proračun faktora sigurnosti

Proračun faktora sigurnosti									
Oznaka u osnovnom geološ. tipu	K	Jedno-aksijalna čvrstoća na pritisak (kPa)	Specifična masa, (gr/cm ³)	Koeficijent rastresitosti	Zapreminska težina, (kN/m ³)	Ugao unutrašnjeg trenja (°)		Kohezija (kN/m ²)	
						U odnosu na slojeve:			
						U	P	U	P
Q, ¹ Ng, ¹³ Ng	K ₁	< 1,000	1.51	0.25	18.20	15	-	28	-
³ Ng, ¹² Ng	K ₂	1,000 do 2,500	2.52	0.22	21.00	31	19	262	171
⁸ Ng, ⁹ N, ¹⁰ Ng	K ₃	< 2,500	2.54	0.27	17.60	33	21	336	205
⁵ Ng, ⁷ Ng	K ₄	4,500 do 6,000	2.52	0.31	19.00	28	26	508	240
² Ng, ⁴ Ng, ⁶ Ng, ¹¹ Ng	K ₅	< 6,000	-	0.40	12.40	40	-	1030	-
Jalovina (odloženi materijal)			2.65	0.30	17.80	14	-	22	-

K - kategorija;

U - upravno;

P - paralelno

Ovi parametri usvojeni su na osnovu sledećeg:

1. Kategorizacija radne sredine na prostoru gatačkog ugljenog basena definisana u Elaboratu o geotehničkim i inženjersko-geološkim istraživanjima ugljenog basena Gacko, RO Geoinženjering, Sarajevo, OOUR Geoinstitut, Ilidža. Sarajevo, decembar 1986. godine, kao važeća je preuzeta u gotovo svim kasnijim Elaboratima o rezervama i Elaboratima o geotehničkim karakteristikama radne sredine.
2. Prikazane vrednosti predstavljaju vrednosti dobijene statističkom analizom rezultata istraživanja u funkciji proračuna faktora stabilnosti kosina površinskog kopa.
3. Vrednosti fizičko-mehaničkih parametara su najnepovoljnije u odnosu na vrednost koje su date u kasnijim razmatranjima fizičko-mehaničkih karakteristika radne sredine. Imajući u vidu inženjersko-geološke procese na površinskom kopu Gračanica i idući na stranu sigurnosti ulaznih parametara usvojene su prikazane vrednosti osnovnih geomehaničkih karakteristika radne sredine kao minimalne.

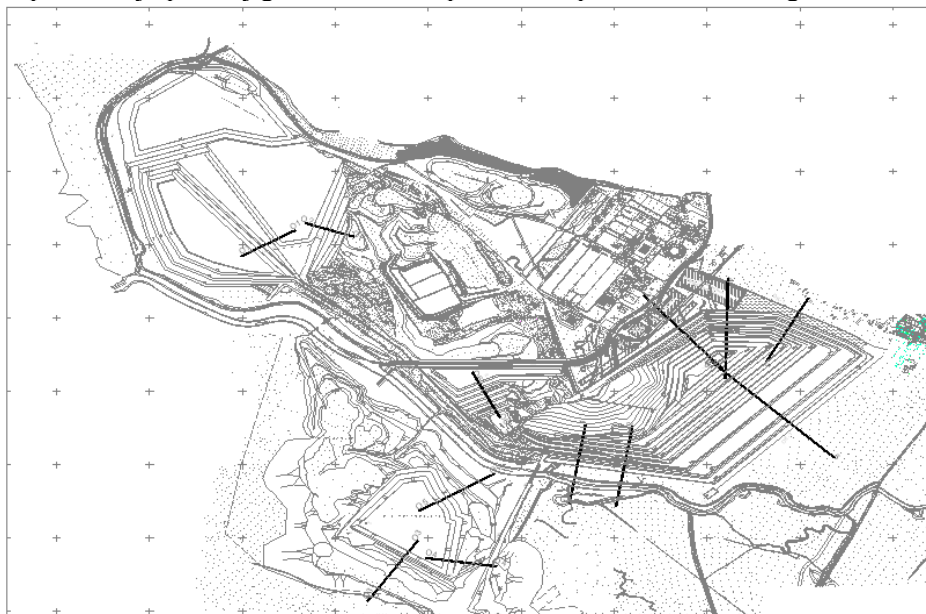
Seizmogeološke karakteristike terena detaljno su obrazložene u Elaboratu o rezultatima detaljnih geoloških, inženjersko-geoloških, геомеханиčkih i hidrogeoloških istraživanja područja planiranog useka otvaranja budućeg površinskog kopa Gacko, DP Geoinstitut, Ilidža, Sarajevo, 1991.

Područje Gacka pripada izoseisti osnovnog stepena seizmičnosti od 7^o MCS skale. Ova vrednost je sračunata za srednje uslove tla i to za dosta širok prostor. Zavisno od lokalnih seizmoloških karakteristika terena i njihovih odstupanja od srednjih uslova tla može se vršiti korekcija osnovnog stepena sa prirastom seizmičkog inteziteta za +1^o MCS skale. Za ovaj porast stepena seizmičnosti uzeti su u obzir i geološki, hidrogeološki i inženjersko-geološki uslovi. Od ovih parametara najbitniji su pojave raseda, ispucalost, dijagenetske i sekundarne pukotine smicanja. Nivo podzemne vode je blizu površine terena što takođe utiče na povećanje stepena seizmičnosti. Konstatovane su i rastresite partije laporca koje seizmički najnepovoljnije. Nepovoljna je i pojava tankih proslojaka plastičnih, glinovitih, sedimenata unutar laporovitih i slojeva uglja. Takođe je uzet u obzir i kos položaj paleoreljefa.

U analizi stabilnosti kosina koeficijent seizmičnosti uzet je sa vrednošću 0.025.

3. ANALIZA STABILNOSTI KOSINA

Analiza stabilnosti kosina površinskog kopa i odlagališta (završnih, radnih i sistema kosina u završnom položaju) izvršen je za kritične slučajeve, odnosno za maksimalne visine kosina po pojedinim odlagalištima i kosinama površinskog kopa. Na Slici 5. prikazan je položaj геомеханиčkih preseka za proveru faktora sigurnosti.

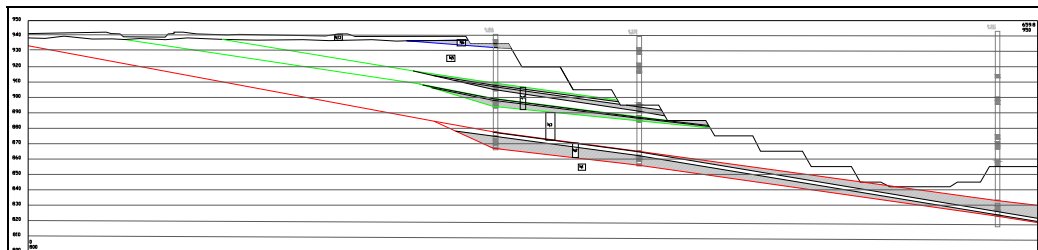


Slika 5. Položaj геомеханиčkih preseka za proveru faktora sigurnosti

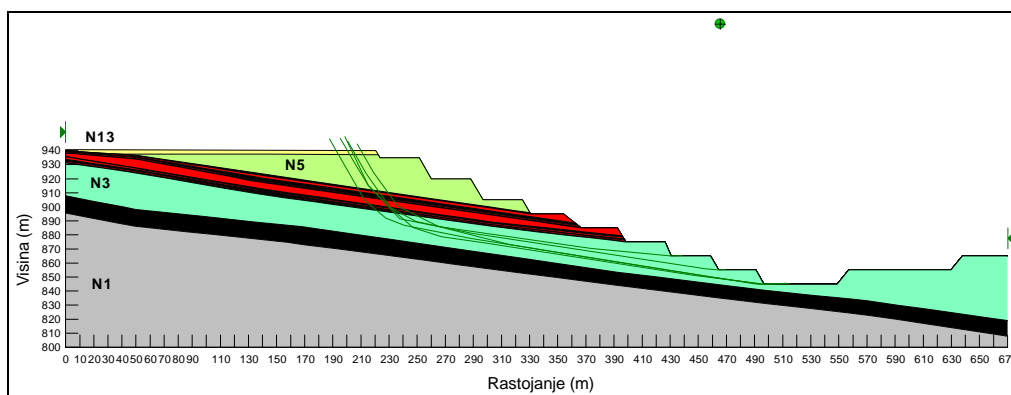
Verifikacija stabilnosti kosina u okviru predviđenog programa istraživanja izvršena je korišćenjem softverskog paketa SLOPE/W kompanije Geo-slope. Slope/w je 2D program za proračun stabilnosti kosina po modelima kružnih i predisponiranih kliznih ravni. U okviru programa na raspolaganju je veći broj verifikovanih metoda granične ravnoteže koje se primenjuju u ovim vrstama proračuna. Izbor softvera je izvršen na osnovu toga što sam program raspolaže širokim domenom modeliranja i interpretacije podataka kako u pogledu analize geomehaničkih tako i u pogledu hidrogeoloških parametara i karakteristika razmatrane sredine. Pored ostalog odlikuje se dobrom saradnjom sa drugim najčešće korišćenim CAD softverima, mogućnošću modeliranja i utvrđivanja uticaja hidrogeoloških parametara na stabilnost, mogućnošću sprovođenja determinističke i probablističke analize, mogućnošću analize stabilnosti kosine u višeslojnoj sredini sa kompleksnim strukturnim odnosima i karakteristikama.

Proračun faktora sigurnosti kosina izvršen je na karakterističnim profilima, koji su najpre konstruisani korišćenjem posebnog softverskog rešenja razvijenog u Auto-CAD-u. Obzirom na mogućnost saradnje programskih paketa Auto-CAD i Slope/w ovako konstruisani preseći (Slika 6.) su insertovani u program Slope/w.

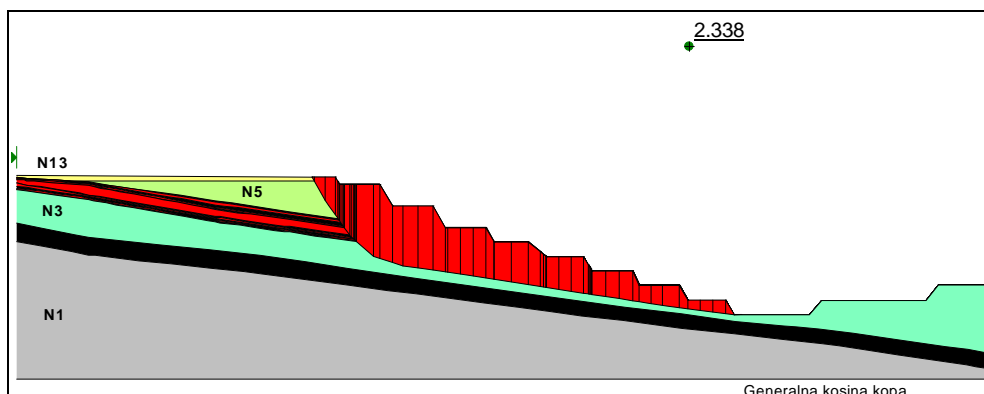
Na Slici 7. Prikazan je geomehanički model karakteristične završne kosine površinskog kopa sa ispitivanim predisponiranim ravnima loma. Na Slikama 8. i 9. prikazane su kritične klizne ravni generalne kosine površinskog kopa.



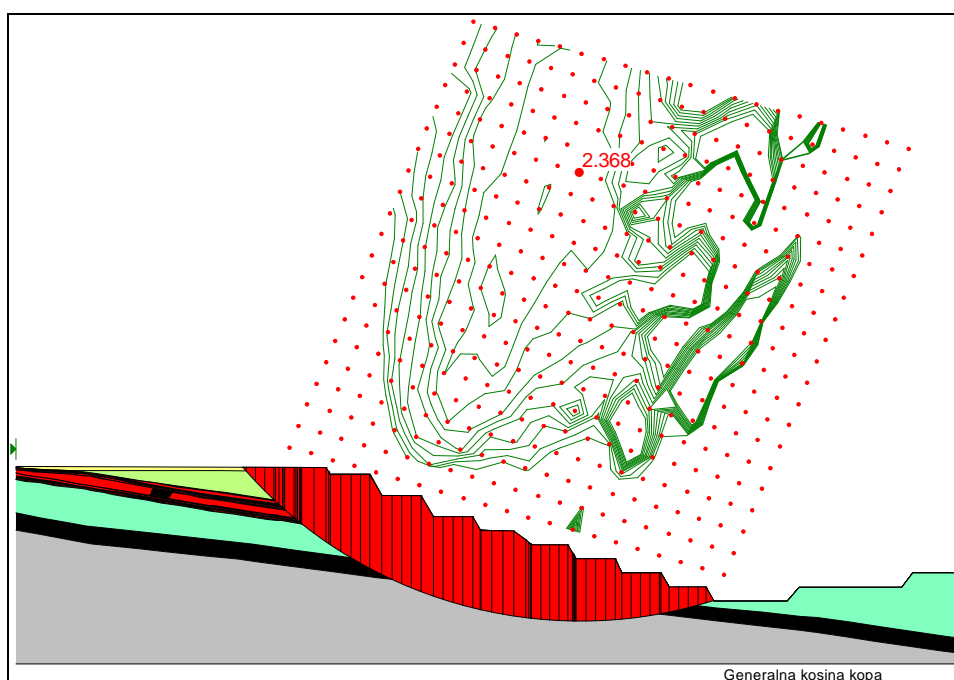
Slika 6. Karakteristični presek kosine površinskog kopa konstruisan u Auto-CAD-u



Slika 7. Geomehanički model kosine površinskog kopa u programu Slope/w

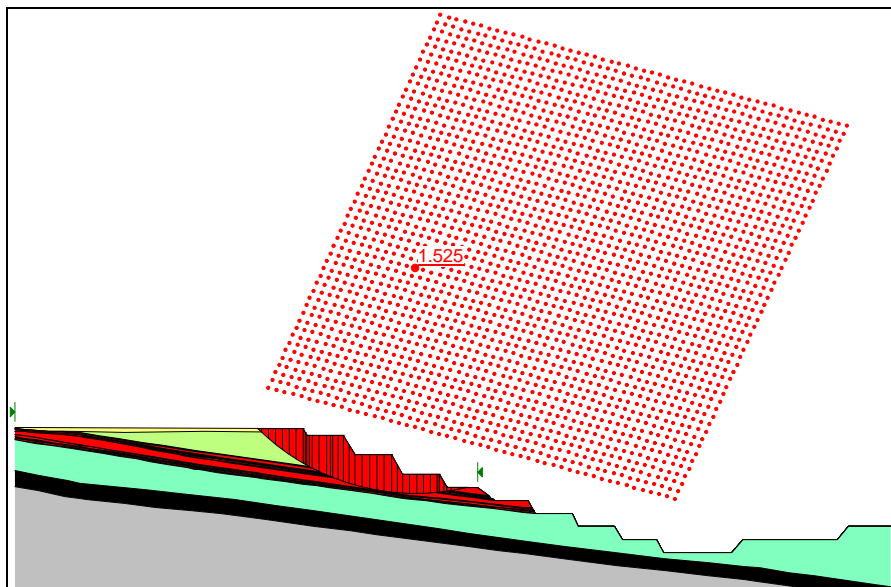


Slika 8. Kritični klizni blok i faktor sigurnosti generalne kosine kopa pri proračunu sigurnosti kosine po predisponiranoj ravni loma

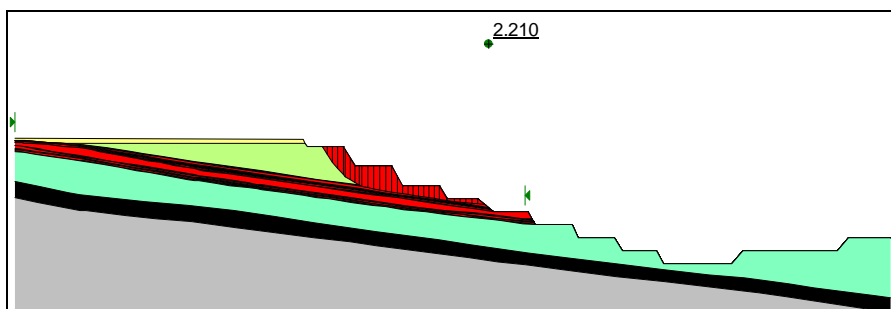


Slika 9. Kritični klizni krug i faktor sigurnosti generalne kosine kopa pri proračunu faktora sigurnosti kosine u slučaju kružnog loma

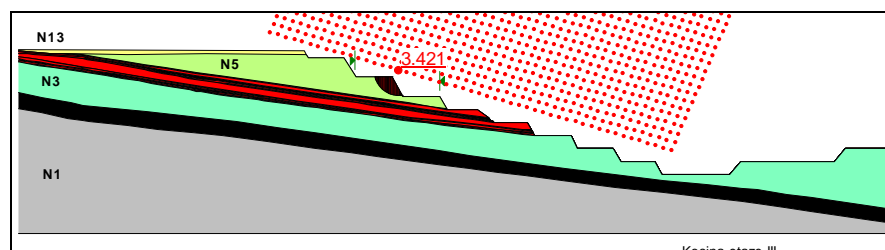
Pored proračuna faktora sigurnosti generalne kosine površinskog kopa, isti model, moguće je iskoristiti i za proračun faktora sigurnosti sistema kosina i kosina etaža pojediničano (Slike 10., 11. i 12.).



Slika 10. Kritični klizni krug i faktor sigurnosti sistema (od 1 do 4. etaže) kosina pri proračunu faktora sigurnosti kosine u slučaju kružnog loma



Slika 11. Kritični klizni krug i faktor sigurnosti sistema (od 1 do 5. etaže) kosina pri proračunu faktora sigurnosti kosine po predisponiranoj ravni loma



Slika 12. Kritični klizni krug i faktor sigurnosti kosine etaže kopa pri proračunu faktora sigurnosti kosine u slučaju kružnog loma

Takođe, analiza sigurnosti kosina izvršena je za različite vrednosti pornog pritiska, a primer dobijenih rezultata dat je u Tabeli 2.

Tabela2. Proračunati faktori sigurnosti radnih, završnih i sistema kosina površinskog kopa na preseku P4-4'

r_u	Metode	Fs (I)	Fs (II)	Fs (III)	Fs (IV)	Fs (V)	Fs (VI)	Fs (VII)	Fs (I-IV, etaža)	Fs (I-V etaža)	Fs (generalna kosina)
0.0	Bishop	2.38	3.58	3.13	2.90	1.99	1.58	3.24	1.57	1.88	2.70
	Janbu	2.38	3.41	3.20	2.91	1.98	1.58	3.23	1.52	1.89	2.52
	Morgenstern-Price	2.38	3.66	3.64	2.91	1.99	1.58	3.24	1.64	2.41	2.59
0.2	Bishop	2.28	3.37	2.98	2.76	1.85	1.49	3.12	1.45	1.65	2.44
	Janbu	2.28	3.18	3.04	2.80	1.85	1.49	3.11	1.41	1.67	2.27
	Morgenstern-Price	2.28	3.48	3.42	2.78	1.85	1.49	3.16	1.53	2.21	2.34
0.3	Bishop	2.24	3.26	2.90	2.69	1.79	1.44	3.05	1.39	1.54	2.31
	Janbu	2.24	3.05	2.96	2.74	1.78	1.44	3.05	1.35	1.56	2.15
	Morgenstern-Price	2.24	3.39	3.26	2.72	1.79	1.44	3.05	1.47	2.11	2.21
0.5	Bishop	2.14	3.04	2.74	2.56	1.65	1.35	2.93	1.27	1.31	2.05
	Janbu	2.14	2.79	2.80	2.61	1.64	1.35	2.92	1.22	1.33	1.91
	Morgenstern-Price	2.14	3.15	2.91	2.59	1.65	1.35	2.93	1.35	1.29	1.96

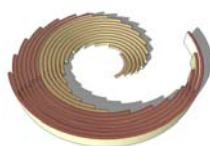
4. ZAKLJUČAK

Prikazan primer utvrđivanja relevantnih parametara radne sredine za potrebe proračuna faktora sigurnosti kosina površinskog kopa, kao i metodološki ispravno sprovođenje samog proračuna, predstavlja jedan od najsloženijih postupaka pri utvrđivanju konstruktivnih parametara površinskog kopa. Uspešno rešavanje ovog zadatka zahteva dobro poznavanje strukturnih, inženjersko-geoloških karakteristika, hidrogeoloških i uslova okruženja.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

ANALIZA EFEKTIVNOSTI INVESTICIJA PRIMJENOM MAPI METODE

INVESTMENT EFFECTIVITY ANALYSES BY USE OF MAPI METHOD

Stojanović C.¹

Apstrakt

MAPI metodu analize efektivnosti investicija razvio je Džorg Terborg, sedamdesetih godina, prošlog vijeka, radeći u vašingtonskom institutu The Machinery and Allied Products Institut, po čijim inicijalima je metoda i dobila ime.

Metoda pripada grupi dinamičkih metoda analize efektivnosti investicija, a originalna je po tome što u analizi ekonomske efektivnosti investicija uzima u obzir i uticaj dostignuća tehničkog i tržišnog progresa. U investicionoj praksi MAPI metoda se uspješno koristi; kod ocjene ekonomske opravdanosti zamjene starih novim sredstvima za rad, zatim kod ocjene komparativnih prednosti alternativnih investicionih projekata, a takođe, može se koristiti i kod ocjene ekonomske opravdanosti zamjene manuelnog rada savremenom tehničkom opremom.

U ovom radu dat je prikaz mogućnosti primjene ove metode kod analize ekonomske opravdanosti zamjene starog novim sredstvom za rad, a naročito je pogodna kod utvrđivanja optimalnog vijeka rudarske mehanizacije.

Abstract

MAPI analysis method was developed by the effectiveness of investments Džorg Terborg, seventies of last century, working in the Washington Institute the Machinery and Allied Products Institute, on whose initials the method got its name.

¹ mr Cvjetko Stojanović, dipl. inž., Rudnik i termoelektrana Ugljevik, Republika Srpska

The method belongs to a group of dynamic analysis of the effectiveness of investments, and the original is the fact that in analyzing the economic efficiency of investments takes into account the impact of the achievements of technical and market progress. The investment practices MAP method is used successfully, in evaluating economic feasibility of replacing old with new means to work, then when evaluating the comparative benefits of alternative investment project, and also can be used in evaluating economic feasibility of replacing manual labor modern technical equipment.

This paper presents the possibility of applying this method in the analysis of economic feasibility of replacing old with new means of work, and is particularly suited for determining the optimal life of mining machinery.

1. UVOD

Ocjenu ekonomske opravdanosti zamjene starih novim sredstvima za rad, Terborg zasniva na postavkama da se sredstva za rad u procesu upotrebe troše i zastarjevaju, da se njihovi učinci tokom vremena korišćenja smanjuju, a troškovi održavanja u funkcionalnom stanju povećavaju, te da se pod uticajem tehničkog progresa na tržištu javljaju nova produktivnija i ekonomičnija sredstva za rad. U tim uslovima, prisutne su i razlike u učincima starih i novih sredstava za rad. Te razlike u učincima Terborg naziva operativnom inferiornošću. Prisustvo operativne inferiornosti starih sredstava za rad nameće potrebu zamjene starih novim sredstvima za rad i prije isteka njihovog životnog vijeka. U tom procesu, otvorena su pitanja ekonomske opravdanosti zamjene i vremena u kome zamjenu treba izvršiti. Polazeći od ovih pitanja Terborg je razradio MAPI metodu komparativne analize efektivnosti korišćenja starih i novih sredstava za rad u kojoj je razradio postupak utvrđivanja ekonomske opravdanosti zamjene starih novim sredstvima za rad. Ekonomski isplativom zamjenom starih novim sredstvima za rad smatra se zamjena u kojoj je zbir operativnih troškova i troškova uslovljenih investicijama u novo sredstvo za rad, manji od zbira operativnih troškova i troškova uslovljenih ulaganjem investicionog kapitala u održavanje u funkcionalnom stanju starog sredstva za rad.

Obratno, u situacijama kada zbir operacionálnih troškova i ulaganja kapitala u novo sredstvo za rad veći od zbira operativnih troškova i ulaganja kapitala u održavanje u funkciji starih sredstava za rad, zamjena starih novim sredstvima za rad nije opravdana.

Iz ovoga jasno proističe da se do odgovora na pitanja da li zamjeniti staro novim sredstvom za rad, ili nastaviti njegovo dalje korišćenje uz povećane troškove, dolazi uporednom analizom suprotstavljenih ekonomija-ekonomije starog sredstva za rad (branioca) i ekonomije novog sredstva za rad (izazivača).

2. OPIS MAPI METODE

U postupku MAPI analize opravdanosti zamjene starih novim sredstvima za rad, Terborg koristi određene specifične izraze i to:

- Branioci - sredstva za rad u upotrebi koja su predmet zamjene;

- Izazivači - nova sredstva za rad, koja se nude na tržištu i koja uspješno mogu da zamjene stara sredstva za rad;
- Potencijalni rivali izazivača - buduća nova sredstva za rad, čija pojava na tržištu se predviđa u određenom budućem vremenskom periodu;
- Operativna inferiornost branioca - manja radna efektivnost starih sredstava za rad (branioca) u odnosu na radnu efektivnost novih sredstava za rad (izazivača);
- Nagib inferiornosti - stopa po kojoj se iz godine u godinu radnog vijeka starih sredstava za rad povećava njihova inferiornost u odnosu na najbolja nova sredstva za rad,
- Suprotni minimum (adverse minimum) branioca - najmanji zbir veličine operativne inferiornosti i veličine kapitalnih troškova održavanja starog sredstva za rad;
- Suprotni minimum izazivača - najmanji zbir ulaganja kapitala i operativnih troškova korišćenja novog sredstva za rad.

3. UTVRĐIVANJE SUPROTNOG MINIMUMA NOVIH SREDSTAVA ZA RAD - IZAZIVAČA

U analizi ekonomske opravdanosti zamjene starih novim sredstvima za rad, prvi korak je pronalaženje i identifikacija osobina novog sredstva za rad koje može uspješno zamjeniti staro sredstvo za rad. U ovoj fazi prikupljaju se informacije o tržišnoj ponudi, tržišnim uslovima nabavke novih sredstava. Sa tehničko-tehnoloških aspekta utvrđuju se konstrukcione, funkcionalne, produktivne i druge kvalitativne osobine najboljeg novog sredstva, njegov eksploatacioni vijek, obim investicija u njegovo pribavljanje, cijenu angažovanja investicionog kapitala i druge podatke.

Nakon identifikacije najboljeg novog sredstva za rad—,izazivača“ zamjene, pristupa se utvrđivanju njegovog suprotnog minimuma. Pojednostavljivanjem postupka Terborg je došao do obrasca za utvrđivanje suprotnog minimuma novog sredstva za rad koji glasi:

$$u = \sqrt{2 \frac{I}{g}} + \frac{I}{2} \frac{i - g}{g}$$

Terborg je, takođe, utvrdio formulu za izračunavanje roka (vremena) u kome treba računati sa zamjenom novog sredstva za rad koja glasi:

$$n = \sqrt{\frac{2 I}{g}}$$

gdje su:

- obim investicija u novo sredstvo za rad,
- kamatna stopa (i) i
- nagib inferiornosti (g).

U sledećem primjeru prikazan je postupak za utvrđivanje suprotnog minimuma novog sredstva za rad čija je nabavna vrijednost 2,500,000 novčanih jedinica (n.j.), korisni vijek trajanja 20 godina, a kamatna stopa 10%.

Iz obrazaca $n = \sqrt{\frac{2 \cdot I}{g}}$, prvo se izračuna nagib inferiornosti (g):

$$g = \frac{2 \cdot I}{n^2} = \frac{2 \cdot 2500000}{20^2} = 12500 \text{ n.j.}$$

Primjenom Terborgove formule dolazi se do sledećeg suprotnog minimuma:

$$u = \sqrt{2 \cdot I \cdot g} + \frac{I \cdot i - g}{2}$$

$$u = \sqrt{2 \cdot 2500000 \cdot 12500} + \frac{2500000 \cdot 0.10 - 12500}{2} = 368750 \text{ n.j.}$$

Komparacijom suprotnog minimuma novog sredstva za rad - izazivači suprotnog minimuma starog sredstva za rad - branioca, dolazi se do podataka iz kojih se može zaključiti da li je zamjena starog novim sredstvom za rad, u konkretnom slučaju, opravdana.

Iz tih razloga neophodno je utvrditi i suprotni minimum starog sredstva za rad - branioca. Predračun je zasnovan na uporednoj analizi operativnih prednosti starog sredstva za rad i operativnih prednosti novog sredstva za rad i valorizaciji troškova uslovljenih investicijama u pribavljanje novog sredstva za rad i investicija u održavanje u funkcionalnom stanju starog sredstva za rad. U Tabeli 1. dat je pregled uporednih podataka.

Na osnovu unešenih ulaznih podataka iz prethodnog primjera (Tabela 1.) utvrđuju se operativne prednosti alternative nastavljanja korišćenja starog sredstva za rad i operativnih prednosti zamjene starog novim sredstvom za rad. Umanjenjem vrijednosti ukupnih operativnih prednosti starog sredstva za rad, dolazi se do operativne inferiornosti starog sredstva za rad, koja iznosi $431,000 - 40,000 = 391,000$ n.j. Iz ovog se jasno može zaključiti da operativna inferiornost starog sredstva za rad, na drugoj strani predstavlja operativnu superiornost novog sredstva za rad.

Uvidom u elemente za predračun operativnih prednosti starog i novog sredstva za rad, lako se uočava da u strukturi troškova nema amortizacije i kamata. Te stavke su rezultat investicija i Terborg ih ne uključuje u predračun suprotnog minimuma. Kad se suma operativne inferiornosti starog sredstva za rad uveća za kapitalne efekte-troškove velikog remonta, kamate na rezidualnu vrijednost i druge kapitalne izdatke dolazi se do njegovog suprotnog minimuma ($391,000 + 80,000 + 50,000 = 521,000$ n.j.). Nakon utvrđivanja suprotnih minimuma starog i novog sredstva za rad pristupa se uporednoj analizi ekonomske opravdanosti zamjene starog novim sredstvom za rad.

Tabela 1.

Ulazni podaci	Staro sredstvo A	Novo sredstvo B
1. Investicije		
1.1 Nabavna vrijednost		2,500,000
1.2 Rezidualna vrijednost	500,000	-
1.3 Veliki remont	400,000	-
1.4 Neto investicije	-	
2 Prihodi	2,000,000	2,600,000
3 Troškovi		
3.1 Materijalni	50,000	40,000
3.2 Održavanje	40,000	30,000
3.3 Ostali	30,000	20,000
4 Bruto plate	96,000	83,000
5. Gubici zbog zastoja u radu	60,000	20,000
6. Obaveze		
6.1 Porezi	20,000	35,000
6.2 Ostale	20,000	15,000
7. Kamatna stopa	10%	10%
8. Tehnički vijek trajanja (godina)	20	15
9. Staro sredstvo je u upotrebi (god.)	15	-
10. Veliki remont produžuje vijek trajanja starog sredstva za rad (god.)	4	

Tabela 2.

Ulazni podaci	Prihodi i troškovi		Prednosti	
	Staro sredstvo A	Novo sredstvo B	Staro sredstvo A	Novo sredstvo B
I Operativne prednosti				
1. Prihodi	1,000,000	1,300,000	-	300,000
2. Troškovi		-		
2.1 Materijalni	50,000	20,000		30,000
2.2 Održavanje	60,000	30,000	-	30,000
2.3 Ostali	30,000	15,000	-	15,000
3. Bruto plate	96,000	80,000	-	16,000
4. Gubici zbog zastoja u radu	60,000	20,000		40,000
5. Obaveze				
5.1 Porezi	10,000	40,000	30,000	
5.2 Ostale	20,000	30,000	10,000	
6. Ukupne prednosti			40,000	431,000
7. Operativna inferiornost starog sredstva (kolona 5-4)	391,000			
II Kapitalni efekti				
1. Troškovi velikog remonta (400,000:5)	80,000			
7. Kamata na likvidacionu vrijednost (500,000*0.10)	50,000			
Suprotni minimum starog sredstva za rad	521,000			

4. ANALIZA EKONOMSKE OPRAVDANOSTI ZAMJENE STAROG NOVIM SREDSTVOM ZA RAD

Analizu ekonomske opravdanosti zamjene starih sredstava za rad - branioca novim sredstvima za rad - izazivačima Terborg zasniva:

- utvrđivanju razlike između suprotnih minimuma starog i novog sredstva za rad;
- utvrđivanju razlike između stope efektivnosti neto investicija u zamjenu i kamatne stope angažovanja investicionog kapitala.

U tim analizama mogući su sledeći slučajevi:

- kada je suprotni minimumu starog sredstva za rad veći od suprotnog minimuma novog sredstva za rad i kada je stopa efektivnosti investicija u zamjenu veća od kamatne stope angažovanja investicionog kapitala u pribavljanje novog sredstva za rad,
- kada je suprotni minimumu starog sredstva za rad jednak suprotnom minimumu novog sredstva za rad i kada je stopa efektivnosti neto investicija u zamjenu jednaka kamatnoj stopi angažovanja investicionog kapitala i
- kada je suprotni minimumu starog sredstva za rad manji od suprotnog minimuma novog sredstva za rad i kada je stopa efektivnosti investicija u zamjenu manja od kamatne stope angažovanja investicionog kapitala.

U prvom slučaju rezultati zamjene starog novim sredstvom za rad su pozitivni i zamjena je ekonomski opravdana.

U drugom slučaju radi se o indiferentnim alternativama zamjene. U toj situaciji, nastavljanje korišćenja starog sredstva za rad daje jednake rezultate kao i novo sredstvo za rad.

U trećem slučaju rezultati zamjene starog novim sredstvom za rad su negativni i zamjena nije ekonomski opravdana, što znači da je povoljnije nastaviti sa korišćenjem starog sredstva za rad.

U prethodnim analizama na primjeru zamjene starog sredstva za rad A novim sredstvom za rad B utvrđeni suprotni minimumi iznose:

- | | |
|------------------------------|--------------|
| • za staro sredstvo za rad A | 521,000 n.j. |
| • za novo sredstvo za rad B | 368,750 n.j. |
| • razlika A-B | 152,250 n.j. |

Iz ovih podataka se vidi, da je suprotni minimumu novog sredstva za rad B manji od suprotnog minimuma starog sredstva za rad A. Pozitivan efekat zamjene u prvoj narednoj godini iznosi 152,250 n.j. To je znak da je ekonomski opravdano izvršiti zamjenu starog novim sredstvom za rad. Ukoliko se to ne bi učinilo dalje korišćenje starog sredstva za rad, zbog rasta njegove inferiornosti, godišnji gubici bi se konstantno povećavali.

Stopu efektivnosti neto investicija u zamjenu starog novim sredstvom za rad Terborg utvrđuje prema sledećoj formuli:

$$p = \frac{(a + b) - (c + d)}{e} 100 \%$$

gdje je: P - stopa ekonomske efektivnosti neto investicija u zamjenu,

a - operativna prednost novog sredstva za rad,

b - uštede na troškovima starog sredstva za rad koje je predmet zamjene,

c - godišnji troškovi novog sredstva za rad,

d - razlika u finansijskom opterećenjima (kamate na angažovani investicioni kapital u zamjenu),

e - neto investicije u zamjenu starog sredstva za rad novim sredstvom za rad.

U konkretnom primjeru zamjene starog novim sredstvom za rad došlo se do sledećih veličina:

a - operativna prednost novog sredstva za rad B	391,000 n.j.
b - uštede na troškovima korišćenja starog sredstva za rad A	131,000 n.j.
c - troškovi (amortizacije novog sredstva za rad B)	125,000 n.j.
d - razlika u finansijskom opterećenjima (kamate na investirani kapital (2,500,000*0.10))	250,000 n.j.
e - neto investicije u zamjenu	875,000 n.j.

$$p = \frac{(391000 + 131000) - (125000 + 250000)}{875000} 100 = 16.80\%$$

Imajući u vidu da kamatna stopa na angažovani investicioni kapital iznosi 10 %, proističe da investicije u zamjenu starog sredstva za rad A novim sredstvom za rad B, donose neto preduzetničku dobit od 16.80 % - 10 % = 6.80 % godišnje.

5. ZAKLJUČAK

Mapi metoda za ocjenu ekonomske efektivnosti investicija može se uspješno koristiti pod uslovom da se, u tehničkom pogledu, zamjena starih novim sredstvima za rad može vršiti bez većih ograničenja. U tom slučaju opredjeljenja, za ili protiv zamjene, isključivo su vezana za ekonomske motive, jer zamjena starih novim sredstvima za rad traži dodatne investicije. U samom postupku analize, neophodno je raspolagati sa potpunim informacijama o tržišnoj ponudi, uslovima nabavke, kvalitetu, cijenama, rokovima isporuke, uslovima transporta, i osiguranja, te drugim uslovima.

Ekonomske isplativom zamjenom starih novim sredstvima za rad smatra se zamjena u kojoj je zbir operativnih troškova i troškova uslovljenih investicijama u novo sredstvo za rad manji od zbira operativnih troškova i troškova uslovljenim ulaganjem investicionog kapitala u održavanje u funkciji starog sredstva za rad.

Metoda se, isto tako, može uspješno koristiti kod ocjene komparativnih prednosti alternativnih investicionih projekata, s tim što je to vrlo suptilan i složen stručni posao koji podrazumjeva multidisciplinarni pristup.

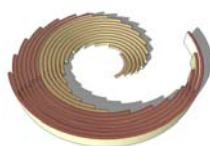
Literatura

1. Mijatović S., (2001), *Upravljanje privrednim investicijama*, Univerzitet u Srpskom Sarajevu Ekonomski fakultet Srpsko Sarajevo
2. Terborg G., (1967), *Business Investment management Machinery and Allied Products Institute*, Washington
3. Ibreljić I., (2006), *Investicije I*, (teorija, projekti, evaluacija), d.o.o. Harfo-graf, Tuzla

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

POUZDANOST IZBORA BROJA BUNARA ZA VODOSNABDEVANJE TERMoeLEKTRANE STANARI

CHOICE RELIABILITY OF DEWATERING WELLS FOR WATER SUPPLY OF THERMAL POWER PLANT STANARI

Šubaranović T.¹, Lončar S.², Stepanović S.³

Apstrakt

Kompanija EFT Rudnik i termoelektrana Stanari d.o.o. planira da u periodu od 2010. do kraja 2013. godine izgradi termoelektranu snage 420 MW. Termoelektrana Stanari će zajedno sa Rudnikom lignita Stanari (Bosna i Hercegovina), predstavljati energetske kompleks za proizvodnju električne energije, industrijske pare za tehnološke procese i uglja.

U ovom radu je prikazana analiza izbora broja i lokacije bunara sa aspekta pouzdanosti snabdevanja vodom buduće termoelektrane u Stanarima.

Abstract

Company EFT Mine and thermal power plant Stanari d.o.o. plans in period from 2010 to the 2013 to construct a thermal power plant with power of 420 MW. Thermal power plant Stanari will along with Lignite mine Stanari, represent the energy complex for production of electric energy, industry steam for technological processes and coal.

This paper presents the analysis of dewatering wells amount and location choices from the aspect of future thermal power plant water supply reliability in town Stanari.

¹ mr Tomislav Šubaranović, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7,

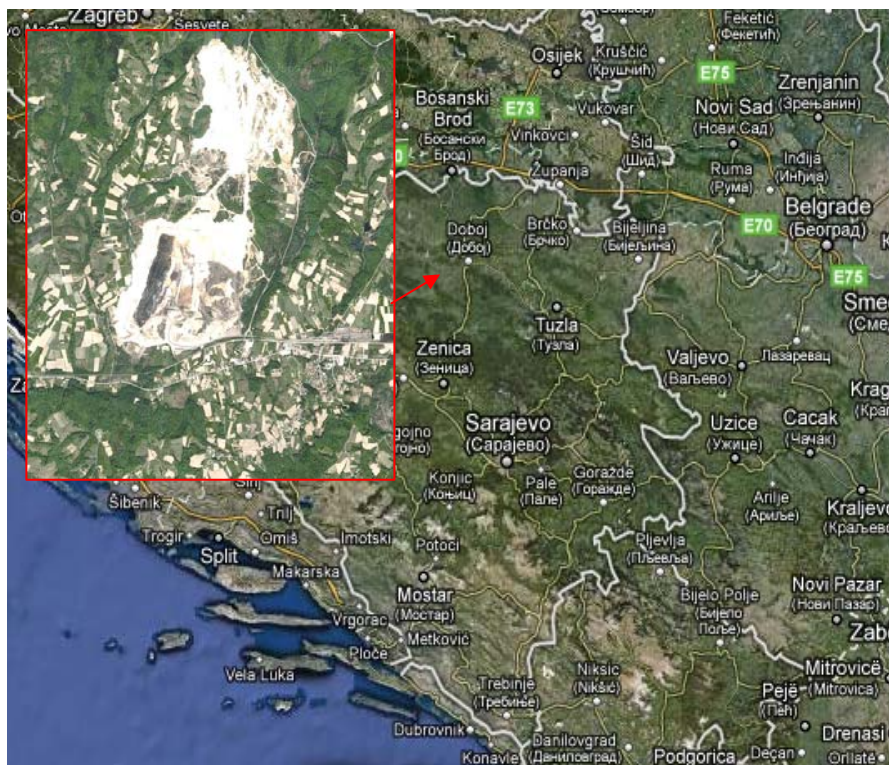
² Stevan Lončar, dipl. inž. rud., EFT Rudnik i termoelektrana Stanari d.o.o., Stanari, BiH

³ Saša Stepanović, dipl. inž. rud., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

1. UVOD

Za potrebe sigurnog snabdevanja vodom buduće termoelektrane Stanari snage 420 MW neophodno je, radi provere pouzdanosti rada sistema, već u ranoj fazi projektovanja izvršiti preliminarnu analizu izbora broja bunara, koji mogu sigurno da obezbede količinu vode od oko 16 l/s.

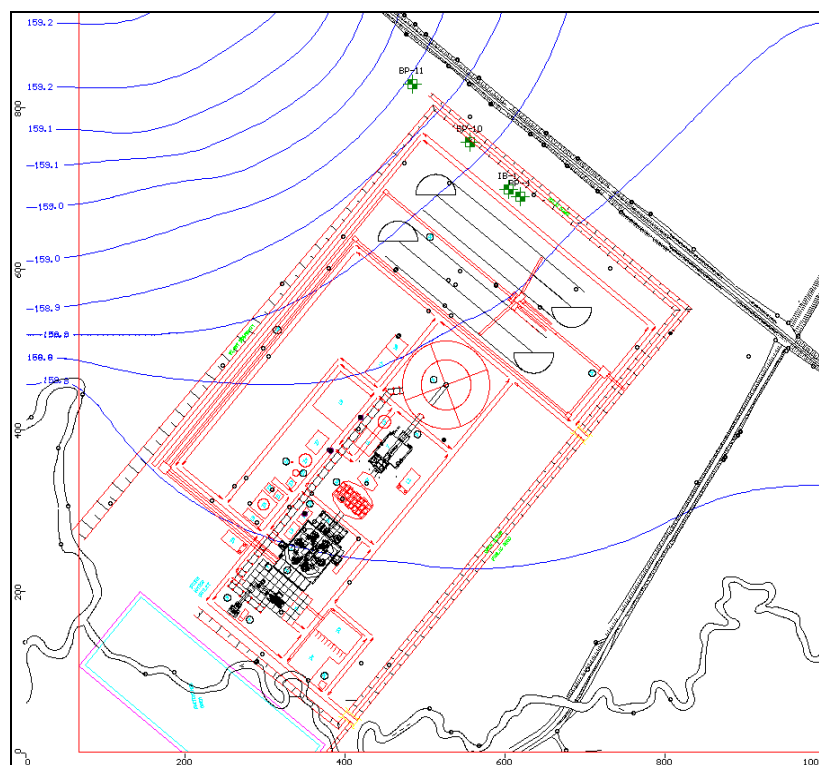
Lokacija termoelektrane se nalazi u centralnom delu Republike Srpske, odnosno severnom delu Bosne i Hercegovine i pripada opštini Doboj (Slika 1.).



Slika 1. Geografski položaj Rudnika i prostora buduće TE Stanari

Mesto na kome se vrši izgradnja termoelektrane je zaravan na brdsko planinskom terenu, pretežno mezozojske starosti i strmih kosina. Na južnoj strani istražnog prostora planiranog za izgradnju termoelektrane javljaju se rečni slivovi reke Radnja i njene pritoke reke Ostružnja. Severna strana prostora isprepletana je mrežom potoka Klašnjak, Košnjak, Radava i Lipanj. Na severnoj i istočnoj strani predviđenog lokaliteta je razvijena putna mreža kao i železnička pruga Sunja-Doboj.

Na osnovu podataka dobijenih hidrogeološkim istražnim radovima na lokaciji planirane TE Stanari, konstruisan je nivo podzemnih voda na prostoru buduće TE Stanari (Slika 2.).



Slika 2. Pijezometrijski nivo podzemnih voda na prostoru TE Stanari

2. IZBOR BROJA BUNARA

Povećanje pouzdanosti bunarskog sistema može se vršiti kroz unapred predviđenu rezervu pouzdanosti elemenata ili uvođenjem paralelnih linija. Pri izboru i oceni određenih metoda rezervi potrebno je odrediti uslove normalnog funkcionisanja sistema, dopušteni interval njegovog smanjenja i utvrditi stanje otkaza. Za normalno funkcionisanje sistema potrebna je realizacija planiranog kapaciteta (Q). U periodu stanja dopuštenog delimičnog otkaza sistem treba da obezbedi kapacitet koji nije manji od $Q_d = K_d \cdot Q$. Granična vrednost koeficijenta iskorišćenja K_d , koja se kreće od 0 do 1, definiše se na osnovu parametara pouzdanosti rada sistema (P), uticaja radne sredine (S), organizacionih faktora (O) i dopuštenog nivoa pada kapaciteta sistema bunara u određenom vremenu. Za vrednost $K_d = 0$ dozvoljen je potpuni otkaz sistema u zadanom vremenu, dok za $K_d = 1$ nije dopušteno smanjenje planiranog kapaciteta.

Osnovni tip strukturne rezerve pouzdanosti sistema je korišćenje paralelnog broja bunara. Optimizacija se svodi na pronalaženje takvog broja i rasporeda bunara koji pri minimalnom nivou funkcionisanja istovremenim radom obezbeđuju potrebnu pouzdanost.

Pouzdanost sistema se uvećava sa uvećanjem broja rezervnih linija ili elemenata (N_r) ili koeficijenta rezerve koji predstavlja odnos uslovno postavljenog broja rezervnih (N_r) i osnovnih (N_o) bunara ($K_r=N_r/N_o$), kada se sistem tehnološki sastoji od $N=N_r+N_o$ broja bunara. Ako se sa M označi minimalni broj bunara čiji otkaz dovodi do otkaza sistema važe sledeći izrazi:

$$N_o=N-M+1, \text{ i } M=N-N_o+1=N_r+1, \text{ pa je:}$$

$$N_r=M-1.$$

Pri korišćenju rezerve po principu istovremenog rada svih bunara, svaki bunar sistema pri radu u normalnim uslovima ima kapacitet Q/N . Granično stanje pre otkaza sistema je ono stanje pri kome u radu ostaju samo uslovno osnovni bunari (N_o). Kapacitet svakog bunara u tom slučaju raste do K_d*Q/N_o . Otkaz M bunara dovodi do otkaza sistema. Na ovaj način se minimalni broj osnovnih elemenata sistema određuje na osnovu vrednosti Q_d . Iako se ukupni kapacitet realizuje u dopuštenim granicama, on je niži od planiranog ($Q_d < Q$), tako da umanjenje broja bunara u radu dovodi obično do povećanja kapaciteta preostalih bunara u radu.

Broj paralelnih bunara u sistemu vodosnabdevanja zavisi od zadate vrednosti K_d . Najmanji broj mogućih bunara sa rezervnom je $N=2$. Pri korišćenju rezerve u kapacitetu sa istovremenim radom linije ili grupe bunara, kapacitet po svakoj liniji iznosi Q/N . Za $N=2$ kapacitet jednog bunara je približno $0.5*Q$. Pri postavljanju bilo kog većeg broja bunara početni kapacitet pojedinačnog bunara je manji od $0.5*Q$. Ako je zadata vrednost $K_d < 0.5$, dva bunara omogućavaju ostvarenje rezerve sistema. Radno stanje obezbeđuje rad samo jednog bunara. Pri $N=3$ kapacitet jednog bunara je $Q/3=0.33*Q$. Radno stanje takvog sistema obezbeđuje se radom bilo koja dva bunara ($0.5*Q < 0.66*Q$) pa uslovno postoje dva osnovna i jedan rezervni bunar.

Potrebna količina vode za snabdevanje buduće termoelektrane Stanari obezbeđuje se radom dva bunara sa utvrđenim optimalnim kapacitetom od po 8 l/s. Kako je utvrđena granična vrednost koeficijenta iskorišćenja ili pouzdanosti rada pojedinačnog bunara od $K_d=0.65$, onda je jasno da dva bunara ne obezbeđuju ostvarenje rezerve sistema vodosnabdevanja ($0.50 < 0.65$).

Za tri bunara ($N=3$), radno stanje sistema obezbeđuje se radom bilo koja dva bunara ($0.65*Q < 0.66*Q$) pa uslovno postoje dva osnovna i jedan rezervni bunar. Uslovni koeficijent rezerve je $K_r=N_r/N_o=0.5$.

Generalni zadatak proračuna pouzdanosti sistema bunara je da se odrede pokazatelji koji karakterišu funkcionisanje. Proračun sadrži određivanje kriterijuma i tipova otkaza sistema i pokazatelja pouzdanosti kao i utvrđivanje strukturnih šema zasnovanih na analizi funkcionisanja sistema sa učešćem rezervisanja, obnavljanja i kontrole.

Najčešće korišćeni pokazatelji pouzdanosti su srednje vreme rada do otkaza sistema, verovatnoća rada u zadatom vremenu, intenziteti otkaza i obnavljanja kao i stacionarna verovatnoća rada. Tokovi prelaza iz stanja rada u stanje obnavljanja i obrnuto definišu se intenzitetima prelaza (λ) i (β).

Rad sistema do otkaza, kao neprekidna slučajna veličina, može se opisati različitim zakonima raspodele u zavisnosti od osobina sistema i njegovih elemenata, uslova rada, karaktera otkaza, itd. Najjednostavnija i najviše korišćena je eksponencijalna raspodela sa sledećom funkcijom raspodele vremena rada:

$$F(t)=P(T<t)=1-\exp(-\lambda t),$$

gde je: T - vreme rada, t - zadato vreme rada, a λ - parametar raspodele.

Gustina raspodele je:

$$f(t) = dF(t)/dt = \lambda \exp(-\lambda t).$$

Funkcija pouzdanosti je:

$$P(t)=1-F(t)=\exp(-\lambda t).$$

Srednje vreme rada do otkaza iznosi:

$$t_r = \int_0^\infty P(t)dt = \int_0^\infty \exp(-\lambda t)dt = 1/\lambda.$$

Intenzitet otkaza je:

$$\lambda(t)=f(t)/P(t)=\lambda \exp(-\lambda t)/\exp(-\lambda t)=\lambda.$$

Strukturne šeme koje predstavljaju grafički prikaz bunara u sistemu jednoznačno mogu definisati rad ili otkaz sistema bunara. Elementi sistema mogu biti povezani redno, paralelno ili kombinovano. Ako otkaz elementa istovremeno predstavlja i otkaz sistema veza je redna ali ako sistem otkazuje tek posle otkaza dela ili svih elemenata postoji paralelna veza.

Bunarski sistem se sastoji od (n) redno povezanih elemenata bunara, pa verovatnoća rada sistema $P_s(t)$, za verovatnoće rada svakog elementa $P_i(t)$, iznosi:

$$P_s(t) = P_1(t) P_2(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t).$$

Grupa bunara je sistem koji se sastoji od (m) paralelno povezanih elemenata, gde je verovatnoća otkaza svakog $Q_j(t) = 1 - P_j(t)$, pa verovatnoća otkaza sistema iznosi:

$$Q_s(t) = Q_1(t) Q_2(t) \dots Q_m(t) = \prod_{j=1}^m Q_j(t).$$

Verovatnoća rada sistema iznosi:

$$P_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i(t)) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \exp(-\lambda_i t)).$$

Imajući u vidu i postojanje rezervoara za vodu u okviru buduće termoelektrane Stanari za nesmetani rad od 24 sata, zahtevana pouzdanost sistema od tri bunara iznosi 95%.

Pouzdanost rada svakog bunara, kao redno povezani niz elemenata iznosi:

$$P_s = P_1 * P_2 * P_3 * P_4 * P_5 = 0.8 * 0.95 * 0.95 * 0.95 = 0.65,$$

gde je: P_1 - pouzdanost rada pumpe,

P_2 - pouzdanost rada ostalih elemenata bunara,

P_3 - pouzdanost funkcionisanja bunarskog i zbirnog cevovoda,

P_4 - pouzdanost uticaja radne sredine,

P_5 - pad pouzdanosti zbog organizacionih faktora.

Stacionarna verovatnoća rada sistema snabdevanja termoelektrane vodom sa tri bunara iznosi:

$$P_{s2} = 1 - (1 - P_s)^3 = 1 - (1 - 0.65)^3 = 0.96.$$

Sa grupom od tri bunara, uz rezervni rezervoar za vodu, mogućnost povećanja kapaciteta i pouzdanosti rada pojedinačnih bunara po potrebi, postiže se u potpunosti zahtevana sigurnost vodosnabdevanja buduće termoelektrane Stanari.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu istražena je mogućnost izbora broja bunara za pouzdano vodosnabdevanje vodom buduće termoelektrane Stanari u Stanarima sa kapacitetom od oko 16 l/s. Optimizacija se svela na pronalaženje takvog broja bunara koji pri minimalnom nivou funkcionisanja istovremenim radom obezbeđuju potrebnu pouzdanost.

Na osnovu hidrogeoloških istražnih podataka zaključeno je da je lokacija na kojoj se planira izgradnja termoelektrane Stanari potencijalno bogata podzemnim vodama neophodnim za sigurno snabdevanje vodom.

Sa grupom od tri bunara kapaciteta od po 8 l/s (jedan u rezervi), uz rezervni rezervoar za vodu, mogućnost povećanja kapaciteta i pouzdanosti rada pojedinačnih bunara po potrebi, postiže se u potpunosti zahtevana sigurnost vodosnabdevanja buduće termoelektrane Stanari.

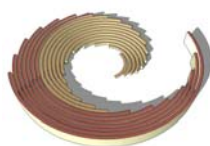
Literatura

1. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, (2007), *Studija za izbor lokacije grupe bunara za vodosnabdevanje TE Stanari*, Beograd, Srbija
2. Lončar S., Šubaranović T., Ilić S., (2010), *Geotechnical location analysis of water well group for supply of the Stanari thermal power plant*, Proceedings of the IVth International Geomechanics Conference Theory and practice of Geomechanics for effectiveness the Mining production and the construction, p.p. 670-675, ISBN: 978-954-92219-8-5, Varna, Bulgaria

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

PODSTICAJI I EFEKTI VERTIKALNE INTEGRACIJE U KANALIMA MARKETINGA DIJAMANATA

ABETMENT AND THE EFFECTS OF VERTICAL INTEGRATION IN MARKETING CHANNELS OF DIAMONDS

Svrzić Z.¹

Apstrakt

Prekid monopola u tradicionalnim kanalima marketinga dijamantata uticao je na smanjenje njihove efikasnosti. Kao rezultat izrazito konkurentske sredine dolazi do razvoja vertikalne integracije subjekata u kanalima marketinga dijamantata, kao efikasne strategije usmerene ka sticanju značajne konkurentske prednosti.

Abstract

Canceling of monopoly in traditional diamond marketing channels reduced their efficiency. As a result of highly competitive environment, vertical integration of subjects in diamond marketing channels developed as an efficient strategy aimed to gain competitive advantage.

1. ANALIZA PODSTICAJA I EFEKTI VERTIKALNE INTEGRACIJE

Kanali marketinga definišu se kao set institucija koje omogućavaju i obavljaju funkcionalni oblik razmene proizvoda, novca i informacija od tačke proizvodnje do tačke potrošnje.

¹ Zorana Svrzić, e.c.c., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

Njihovo funkcionisanje podrazumeva stalno strujanje mnogobrojnih tokova od kojih se u literaturi kao osnovni navode: tok proizvoda, tok pregovaranja, tok vlasništva, tok informacija i tok promocije. Tok proizvoda najočigledniji je jer predstavlja fizičko kretanje proizvoda od proizvođača do finalnog potrošača kome je namenjen. Svi tokovi predstavljaju izvore troškova, te je troškovna efikasnost funkcionisanja celokupnog kanala marketinga u direktnoj vezi sa stepenom efikasnosti njihove realizacije.

Efikasna strategija kanala marketinga doprinosi prevazilaženju prostornih i vremenskih barijera čime se u savremenim i dinamičnim uslovima poslovanja stiče značajna konkurentska prednost. Odluka o izboru kanala marketinga po svom karakteru veoma je složena, pod uticajem je postavljenih ciljeva preduzeća i celokupne marketing strategije, kao i specifičnosti tržišnog sektora u kome preduzeće posluje. Zavisna je od mnoštva faktora koji su promenjivi i nije konačna. S toga je za pravilno sagledavanje i donosenje odluke o strategijama izbora kanala marketinga neophodan multidisciplinarn pristup.

2. TRADICIONALNI KANALI MARKETINGA DIJAMANATA

Pored toga, tradicionalno izučavanje kanala marketinga usmereno samo na prodaju proizvoda danas je ustupilo mesto sveobuhvatnoj analizi. Ovakav integralni pristup u izučavanju kanala marketinga podrazumeva simultano posmatranje odnosa snaga između svih članova u kanalima marketinga, od proizvođača sirovina i repomaterijala, prerađivača, transportnih i skladišnih organizacija, grosista i detaljista do finalnih potrošača. Sa rastom koncentracije i kooperacije u kanalima marketinga raste i aktuelizacija ovakvog pristupa.

Tradicionalni kanali marketinga dijamanta predstavljaju indirektnu višestepenu kanale sa velikim brojem posrednika, čija je osnovna funkcija olakšavanja tokova prvenstveno proizvoda, vremenom dovedena u pitanje.

Horizontalnom integracijom na nivou eksploatacije, kao i brojnim partnerstvima između Vlada zemalja bogatih ležištima dijamanta i rudarskih kompanija formiran je *De Beers* kartel, koji je po svojoj snazi i dužini trajanja bio jedan od najjačih i najdužih internacionalnih kartela. Obuhvatao je rigidne operative metode koje su osiguravale stabilnost unutar celokupne industrije: održavanje fiksne minimalne cene neobrađenih dijamanta, limitiranje proizvodnje do količine koja može biti prodana po željenoj ceni i osiguranje tržišta za celokupnu količinu dijamanta rudnika u kartelu.

Stvaranje tržišta za celokupnu količinu proizvedenih sirovina zahtevalo je pored potpune kontrole proizvodnje i kontrolu distribucije neobrađenih dijamanta. Gotovo jedini subjekt preko kojeg se mogla obaviti nabavka bila je marketing divizija ove kompanije, što je znatno uticalo na stagnaciju razvoja konkurencije među dobavljačima. Ona je u samom početku gotovo potpuno eliminisana, sa izuzetkom nekolicine malih proizvođača. Monopolističkom kontrolom nabavke, odnosno ponude i tražnje veštački je postignuta visoka i stabilna cena dijamanta koja je bila otporna na fluktuacije i nesmetano decenijama rasla.

Prekid monopola i preraspodela moći na nivou eksploatacije neki su od uzročnika rasta konkurencije među proizvođačima neobrađenih dijamanta. Razvoj tehnologije eksploatacije i pronalasci novih ležišta dijamanta u Kanadi i drugim lokacijama uzrokovali su rast ponude ove sirovine na svetskom tržištu. U novonastalim uslovima tradicionalni, konvencionalni kanali marketinga pokazali su se kao neefikasni. Pored toga što je jedan kanal nabavke predstavljao usko grlo u distribuciji sirovine, preveliki broj posrednika smanjuje efikasnost kanala marketinga, dovodi do povećanja troškova njihovog upravljanja, kao i do dodatnog uvećanja maloprodajne cene finalnog proizvoda. Usled toga doslo je do velikog zaostajanja prodaje dijamantskog nakita u odnosu na druge luksuzne proizvode na globalnom tržištu.

Izrazito konkurentna sredina predstavlja jedan od razloga razvoja saradnje i stvaranje dugoročnih odnosa među učesnicima kanala marketinga dijamanta sa ciljem redukovanja neizvesnosti i rizika, i ostvarenja brojnih sinergetskih efekata, među kojima je i viša cena finalnog proizvoda. Zbog toga je pored sniženja troškova proizvodnje i unutrašnjeg poslovanja, sniženje troškova kanala marketinga uz nenarušavanje ili čak poboljšanje njihove efikasnosti postalo jedan od prioriteta inicirajući brojne oblike kooperacije i vertikalne integracije između subjekata u kanalima marketinga.

Ona predstavlja rezultat nastojanja preduzeća za obezbeđivanjem kontrole nad svim bitnim fazama za ostvarenje dobiti na finalnim proizvodima. To se odnosi na ostvarenje kontrole na područjima proizvodnje sirovina, snabdevanja, proizvodnje finalnog proizvoda i na području kanala prodaje. Vertikalna integracija se može definisati kao broj aktivnosti u lancu vrednosti koje se obavljaju unutar jedne kompanije. Ona se posmatra kao prostor u kome preduzeće kontroliše proizvodnju inputa, odnosno nabavku i distribuciju outputa, odnosno finalnih proizvoda.

Globalizacija juvelirskog tržišta otvorila je put saradnji između učesnika u kanalima marketinga na različitim nivoima i iz različitih nacionalnih privreda. Mogućnost direktnog pristupa najunosnijim maloprodajnim tržištima dragocenog nakita stimuliše mnoge proizvodne subjekte na vertikalnu integraciju unapred. Neke od najvećih rudarskih kompanija preuzimaju obavljanje aktivnosti iz donjeg dela lanca vrednosti, proširujući svoje poslove na preradu sirovina, proizvodnju nakita i maloprodajne aktivnosti kako bi ostvarile veću kontrolu tokova u kanalima, veći profit i ukupne ekonomske rezultate. Težnje proizvodnih kompanija dragocenog nakita za prodor za najveća maloprodajna tržišta predstavljaju jedan od glavnih uzročnika kooperacije i vertikalne integracije u globalnim kanalima marketinga dijamanta.

Rudarske kompanije poput *De Beers Company* ili *Harry Winston Diamond Corporation* danas šire sopstvene maloprodajne mreže na najrazvijenijim maloprodajnim juvelirskim tržištima, eliminišući posrednike u kanalima marketinga i preuzimajući njihove funkcije.

Potrebe za kontinuiranom nabavkom velike količine sirovinske baze takođe predstavljaju jedan od podsticaja proizvođača dragocenog nakita na vertikalnu integraciju unazad.

Tiffany & Co jedna je od prvih kompanija u juvelirskoj industriji koja se odlučila na primenu ove strategije. Ona i danas nabavku kvalitetne sirovinske baze obavlja investiranjem u eksploataciju dijamanta u Kanadi. Subjekti iz donjeg dela lanca vrednosti koji ulaze u poslove proizvodnje nakita, prerade dijamanta čak i njihove eksploatacije nastoje da snize transakcione troškove i troškove proizvodnje.

Vertikalni marketing sistemi preuzimaju sve funkcije primarnih učesnika u kanalima marketinga od istraživanja i eksploatacije sirovina do prodaje na način koji potrošači preferiraju. Sposobni su da brzo i efikasno odgovore zahtevima tražnje, da je identifikuju procene sopstvene mogućnosti da je zadovolje, odnosno da procene da li postoje resursi da se ta tražnja zadovolji, što je veoma bitno u industriji koja kao sirovine koristi ograničene resurse. Oni su čak sposobni da blagovremeno utiču na ovu tražnju modifikujući je ka onim proizvodima za koje postoje raspoloživi resursi.

U savremenim tržišnim uslovima skraćuje se dužina kanala marketinga dijamanta tako što konvencionalni kanali ustupaju mesto vertikalno integrisanim marketing sistemima. Oni ostvaruju veće ekonomske rezultate uz potpunije zadovoljenje potreba i zahteva potrošača. Vertikalna integracija, pored toga što ima pozitivan efekat na performanse preduzeća, utiče i na isporuku višeg nivoa kvaliteta usluga potrošačima uz niže prodajne cene. S tim u vezi opravdano je očekivanje da će u budućnosti značaj i uloga integrisanih marketing sistema jačati.

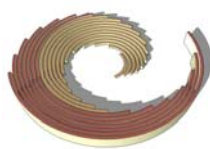
Literatura:

1. A., (1946 - 1947), *The diamond cartel*, The Yale Law Journal, Vol. 56, Iss. 8, p. 1404 - 1420
2. Bristol L. V., (1998), *The Diamond Business gets Rough*, Journal of Business Strategy, Vol. 19, Iss. 4, p. 36-43
3. Lovreta S., Končar J. i Petković G., (2005), *Kanali Marketinga*, Ekonomski fakultet, Beograd
4. Mpoyi T. R., (2003), *The impact of industry characteristics on vertical integration strategies*, Journal of the Academy of Business and Economics
5. Svrzić Z., (2009.), *Strategija izbora kanala marketinga specijalnih potrošnih proizvoda - primer dijamanta*, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Beograd
6. investor.harrywinston.com
7. www.debeersgroup.com
8. www.diamondintelligence.com
9. www.edwardjayeinstein.com

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAS MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

INDIKATORI ODRŽIVOG RAZVOJA EKSTRAKTIVNE INDUSTRIJE EU

SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS EU EXTRACTIVE INDUSTRY

Tošović R.¹

Apstrakt

Ekstraktivna industrija ima veoma važnu ulogu u ekonomskom i privrednom razvoju pojedinih zemalja i čitave Evropske unije. Ekstraktivna industrija omogućuje stvaranje novih ekonomskih vrednosti, daje doprinos ostavrenju BND i obezbeđuje više stotina hiljada radnih mesta širom Evrope. Isto tako omogućuje proizvodnju osnovnih mineralnih sirovina, koje su veoma značajne za uspešno funkcionisanje brojnih privrednih grana, izgradnju neophodne infrastrukture, zatim za potrebe stambene gradnje, a značajno doprinosi i tehnološkom razvoju.

Ekstraktivna industrija EU, u sadašnjim privrednim, ekonomskim i tržišnim uslovima, uprkos teškoćama i ekonomskim problemima, usmerena je na dalji društveni razvoj i, naročito, na dalje poboljšanje stanja zaštite životne sredine. Za praćenje održivosti sektora ekstraktivne industrije, na nivou kompanija i čitave EU, urađen je set indikatora održivosti, preko kojih se prati poslovanje ekstraktivne industrije u EU, kako bi se omogućio napredak i prikaz najboljih performansi. S obzirom na posebne specifičnosti energetske i neenergetske mineralnih sirovina, praćenje njihove održivosti vrši se na nivou energetske i neenergetske ekstraktivne industrije. Težište rada predstavlja prikaz indikatora održivosti neenergetske ekstraktivne industrije EU, koja obuhvata metalne mineralne sirovine, građevinske materijale i industrijske minerale.

Ključne reči: *Održivi razvoj, Indikatori, Neenergetska ekstraktivna industrija, EU*

¹ Prof. dr Radule Tošović, Rudarsko-geološki fakultet, Departman Ekonomske geologije, Beograd, Đušina 7

Abstract

Extractive industry has an important role in the economic development of countries and the entire European Union. Extractive industry enables the creation of new economic value, contributing to GDP and provides hundreds of thousands of jobs across Europe. Also enables the production of basic mineral resources, which are very important for the successful functioning of many industries, the construction of necessary infrastructure, then for the purposes of housing construction, and significantly contributes to technological development.

Extractive industries of the EU, in the current commercial, economic and market conditions, despite the difficulties and economic problems, is directed to the further development of society and especially to further improve the situation of environmental protection. To monitor the sustainability of extractive industries sector, the level of companies and the entire EU, made a set of sustainability indicators, through which the following business extractive industries in the EU, to facilitate the process and display the best performance. Given the special characteristics energy and non-energy mineral resources, monitor their sustainability is at the level of energy and non-energy extractive industries. The focus of the review of sustainability indicators non-energy extractive EU industry, which includes metallic minerals, building materials and industrial minerals.

Key words: Sustainable Development, Indicators, Non-energy Extractive Industry, EU

1. UVOD

Područje Evrope je bogato raznovrsnim prirodnim resursima, među kojima mineralni resursi igraju veoma važnu ulogu u evropskoj ekonomiji i zadovoljenju potreba privrede i društva. Mineralne sirovine i različiti proizvodi od njih, koriste se u svakodnevnom životu, npr. građevinski materijali (drobljeni kamen, pesak i šljunak) za infrastrukturu, zgrade i puteve; u industrijske svrhe (različiti metali, kreč, kaolin, silicijum, talk i dr.); u proizvodnji čelika, automobila i kompjutera; u medicini, u ljudskoj i životinjskoj ishrani, đubrivima i dr. Zahtev za širokim spektrom mineralnih sirovina, koje se koriste u EU, pored izraženih ekoloških zahteva i tendencija, snažno proističe iz poslovnih potreba različitih proizvodnih sektora, kao što je građevinska delatnost, industrija čelika i dr. U tom pogledu, mineralna industrija se značajno razlikuje od drugih oblika materijalne proizvodnje, što zahteva posebnu pažnju u razmatranju odnosa prema životnoj sredini, uslovima održivog razvoja i indikatorima održivog razvoja. Pri tome, s obzirom na posebne specifičnosti energetske i neenergetske mineralnih sirovina, praćenje tržišnih karakteristika i njihove održivosti vrši se na nivou energetske i neenergetske ekstraktivne industrije.

Ključni sektori EU, kao što su građevinska industrija, hemijska industrija, informacione tehnologije, telekomunikacije, automobilska i vazduhoplovna industrija, zahtevaju značajno snabdevanje neenergetskim mineralnim sirovinama po pristupačnim cenama.

Prekid snabdevanja neenergetskim mineralnim sirovinama može ugroziti konkurentsku poziciju kompanija u okviru ovih industrijskih sektora, a time ugroziti funkcionisanje ekonomije EU. Posebna specifičnost, koja dodatno komplikuje situaciju, jeste činjenica da su mineralne sirovine neobnovljivi i ograničeni geološki resursi, i da je eksploatacija ograničena na oblasti prirodne zastupljenosti mineralnih sirovina. Neki aspekti iskorišćenja mineralnih sirovina mogu biti ostvareni putem poboljšanja tehnologija, ali u mnogim slučajevima zamena sirovina nije moguća ili je potrebno mnogo godina za realizaciju. Neenergetske mineralne sirovine EU, uz obezbeđivanje adekvatnih eksternih i internih preduslova, predstavljaju stabilnu osnovu za održivi razvoj kroz strateški planski zasnovano istraživanje, kao i racionalnu, efikasnu i efektivnu eksploataciju i optimalno iskorišćavanje u svim relevantnim fazama pripreme, prerade i potrošnje.

Značaj i uloga mineralnih prirodnih resursa u ostvarivanju održivog privrednog i ukupnog društvenog razvoja Evropske unije može se kompleksno i objektivno utvrditi kroz razradu odgovarajućih indikatora. Različiti indikatori koriste se u svetskoj praksi u dužem vremenskom periodu, posebno u statističkim pregledima, ekonomskim, demografskim ekološkim i tehničkim oblastima. Od Druge konferencije UN Životna sredina i razvoj (Rio de Žaneiro, 1992), u Svetu se sistematski, u više zemalja, planski razrađuju indikatori održivog razvoja u mineralnom sektoru, odnosno u okviru energetskih, metaličnih i nemetalčnih mineralnih resursa. Do sada je praktično najviše učinjeno u Kanadi, SAD i EU, čije klasifikacije, i naročito iskustva iz praktične primene utvrđenih indikatora, mogu da budu od velikog značaja za trasiranje teorijskih i praktičnih aktivnosti u Srbiji, kako u ukupnom mineralno-sirovinskom kompleksu, tako posebno u pojedinim delovima, odnosno energetskom i neenergetskom sektoru. Međutim, nikako ne treba zanemariti činjenicu da je od 60-tih godina XX veka do danas, naročito u oblasti geološko-ekonomske ocene ležišta mineralnih resursa i ekonomske ocene, kao njenog parcijalnog dela, u Srbiji razrađeno više i danas aktuelnih indikatora (pokazatelja).

U nastavku prethodnog analitičkog i istraživačkog rada na problematici indikatora održivog razvoja mineralnog sektora [6, 7, 8, 12], u ovom radu je generalno analizirana situacija sa indikatorima ekstraktivne industrije na nivou Evropske unije, kako bi se sagledala dosadašnja iskustava, prepoznale potrebne smernice i pripremile osnovne planske aktivnosti u nacionalnom mineralnom sektoru. S obzirom na predatu kandidaturu Srbije za članstvo u Evropskoj uniji, stručno-ekspertska analiza u ovom radu ima za cilj analizu i prikaz sadašnjih indikatora održivosti na kompanijskom i nacionalnom nivou, koji su u aktuelnoj fazi rada i aktivnosti u ovoj oblasti obaveza članica. Analiza je bazirana na publikovanim i javno dostupnim materijalima u oblasti definisanja indikatora održivosti ekstraktivne industrije. Ovo je ujedno delimični doprinos aktivnostima na nacionalnom nivou, kako bi se, shodno evropskim iskustvima, pripremili odgovarajući indikatori održivog razvoja mineralne industrije Srbije, na savremenom evropskom nivou i u funkciji strategijskog unapređenja stanja u mineralno-sirovinskom kompleksu zemlje, kao i sprovođenju koncepta održivog razvoja u mineralnom sektoru Srbije.

2. KARAKTERISTIKE EKSTRAKTIVNE INDUSTRIJE EVROPSKE UNIJE

Ekstraktivna industrija EU se, shodno karakteristikama i specifičnostima pripadajućih mineralnih sirovina, deli na dva segmenta, i to: (i) energetska i (ii) neenergetska ekstraktivna industrija. Na taj način se u savremenim uslovima razmatranje pitanja, problema, smernica i daljeg razvoja mineralnih resursa, njihovog geološkog istraživanja i eksploatacije, strateški generalno vrši se na višem hijerarhijskom nivou upravo kroz ova dva segmenta ekstraktivne industrije. S obzirom na objektivna ograničenja u ovom radu, kao i karakter savetovanja, koje je prevashodno okrenuto nemetalnim mineralnim sirovinama, predmet pažnje biće drugi navedni deo ekstraktivne industrije.

Neenergetska mineralna industrija u Evropi je podeljena na tri podsektora, i to: (i) metalni minerali; (ii) industrijski minerali i (iii) građevinski materijali. Ukupan godišnji obrt ova tri podsektora u EU je oko €30 biliona, broj direktno zaposlenih se procenjuje na oko 190,000 ljudi, a više od 70,000 ljudi očekuje zaposlenje u pridruženim zemljama [3]. Industrijski analitičari procenjuju da indirektno zaposlenje ima oko 4 puta više radnika. Tri navedena podsektora karakterišu izuzetne različitosti i specifičnosti, koje zahtevaju posebno razmatranje.

Podsektor građevinskih materijala je najveći, kako u pogledu proizvedenih količina mineralnih sirovina, tako i u pogledu ostvarenih prihoda. U njemu posluju uglavnom mala i srednja preduzeća (MSP) na više od 20,000 lokacija, sa kojih se snabdevaju lokalna i regionalna tržišta, materijalima kao što su pesak, šljunak i drobljeni kamen (agregati) za građevinsku industriju, saobraćajnu infrastrukturu zatim za saniranje posledica poplava i nasipe u primorskim oblastima. Gips se koristi pre svega u građevinskoj industriji, naročito za elemente unutrašnjih radova i enterijera. Siropi gips se koristi u proizvodnji cementa. Podsektor građevinskih materijala, takođe, obezbeđuje osnovni materijal za proizvodnju drugih vitalno značajnih građevinskih proizvoda, kao što su beton, asfalt, kreč i cement. Postoji i određeni broj multinacionalnih kompanija kamena, koje ponudom obezbeđuju potrebe udaljenih potrošača. Značajne količine peska i šljunka dobijaju iz marinskih sedimenata sa morskog dna. Generalo posmatrano, široka zastupljenost peska i šljunka, zatim različitih vrsta stena i relativno niski troškovi proizvodnje, znači da transportni troškovi značajno utiču na graničnu udaljenost potrošača građevinskih materijala na tržištu, tzv. prohibitivna daljina. Proizvodnja EU u ovom podsektoru podmiruje preko 20 % globalne tražnje.

Podsektor industrijskih minerala nudi širok spektar minerala, koji mogu biti klasifikovani kao [3]:

(i) Fizički minerali, kod kojih se vrednost minerala određuje na osnovu njihovih fizičkih karakteristika, npr., kalcijum karbonati, diatomit, kaolin, plastične gline, feldspati, silicijum, talk i dr.

(ii) Hemijski minerali, kod kojih se vrednost minerala određuje na osnovu njihovih hemijskih karakteristika, npr. borati, so, sumpor i dr.

Dobijanje jednog ili više industrijskih minerala vrši u svim zemljama članicama EU, iako su neke zemlje po proizvodnji važnije od drugih. Postoji značajna međunarodna trgovina industrijskim mineralima. U ovom podsektoru u EU posluju uglavnom mala i srednja preduzeća. Međutim, takođe postoje vodeće svetske međunarodne kompanije, koje posluju na globalnom tržištu (npr. talk). Obrada minerala, pre plasiranja na tržište, može da bude jednostavna (uglavnom drobljenje, mlevenje i klasiranje), ali može da bude mnogo sofisticiranija za neke vrste mineralnih sirovina (npr. klasiranje primenom flotacije, laserske optike, magnetne separacije i dr.).

U podsektoru metaličnih minerala u EU posluje preko 250 preduzeća, koja uključuju i neke velike multinacionalne rudarske kompanije, koji imaju svoja sedišta u EU. Evropske kompanije se takmiče na globalnom tržištu i većina metaličnih ruda se uvozi, za potrebe snabdevanja evropske metalne industrije. Proizvodnja metala u EU obuhvata samo 3 % svetske proizvodnje. Eksploatacija metaličnih minerala je prisutna u pojedinim zemljama EU, posebno zemljama koje pripadaju njenom severnom i južnom delu, poput Švedske, Finske, Grčke, Španije i Portugala. Nastavlja se sa pripremama za otvaranje novih rudnika, koji omogućuju zapošljavanje i ekonomski rast u regionima, koji imaju problem privlačenja drugih oblika investicija. Za metalne rude i njihove koncentrate kojima se trguje na svetskom tržištu, evropska proizvodnja se suočava sa jakom konkurencijom iz velikih proizvodnih sistema visokokvalitetnih ruda i koncentrata, sa znatno nižim troškovima proizvodnje. Ova industrija je učinila velike napore na smanjenju ukupnih troškova, kroz racionalizaciju i povećanje ulaganja kapitala. Trgovinski bilans metalnim mineralima je negativan, odnosno postoji velika zavisnost EU od uvoza metalnih mineralnih sirovina.

Evropska ekstraktivna industrija proizvodnje mineralnih sirovina je predmet posebne pažnje nakon niza incidenata, kao što su Aznalcóllar (Španija) i Baja Mare (Rumunija). Javna svest o zaštiti životne sredine, socijalnim i ekonomskim performansama ekstraktivne industrije, promenjena je u poslednjih tri decenije i dovela je do promena u evropskoj politici i strategiji, koje zahtevaju veću sigurnost i odgovornost industrije, uz održavanje konkurentnosti različitih sektora. Ovo posebno važi za ekstraktivnu industriju. U tom pravcu pripremljena su i usvojena posebna dokumenta vezana za promovisanje održivog razvoja u neenergetskoj ekstraktivnoj industriji EU [3, 10]. Cilj je bio da se odredi jasna linija politike za promovisanje održivog razvoja u neenergetskoj ekstraktivnoj industriji EU. Zemlje članice, industrije i drugi stakeholderi su radili na razvoju okvira za poboljšanje dijaloga sa namerom određivanja ciljeva i vremenskog roka za njihovo ostvarivanje i konkretne akcije. Nakon toga su usledila značajna poboljšanja ekološkog zakonskog okvira, delom sa fokusom na prevenciji incidenata i upravljanje otpadom od ekstraktivne industrije. Kroz neposrednu saradnju i podršku ekstraktivne industrije i drugih stakeholdera, razvijeno je tehničko uputstvo za upravljanje otpadom od kamena u ekstraktivnoj industriji (IPTS).

Definisana je potreba za najboljim mogućim tehnologijama (BAT), koje opisuju postojeće tehnologije i daju uputstva za regulatorna tela, industriju i druga najbolja praktična iskustava u upravljanju raznim vrstama otpada, vezanih za ekstraktivnu industriju. Iako je zakonska regulativa veoma značajan deo procesa, sa praktičnog aspekta sprovođenja veoma bitnim se smatra unapređivanje dijaloga između glavnih stejkholdera i inicijativa za ostvarivanje održivog razvoja mineralne industrije. Kao prvi korak ka poboljšanju dijaloga između zainteresovanih strana i povećanje transparentnosti u industriji, formirana je radna grupa pod okriljem potrebe snabdevanja mineralnim sirovinama (Raw Materials Supply Group, RMSG) za razvoj seta indikatora održivog razvoja. Prikupljeni podaci i izvršene aktivnosti, prema postavljenim ciljevima omogućili su sagledavanje stanja i davanja procene aktuelnih trendova.

3. CILJEVI INDIKATORA, STEJKHOLDERSKI PROCES I DEFINISANJE INDIKATORA

Indikatori održivosti predstavljaju veoma korisne instrumente za praćenje ostvarenog nivoa i stanja održivog razvoja. Indikatori se definišu tako da moraju biti priznati i prihvaćeni od strane širokog spektra stejkholdera. Oni takođe moraju da zadovolje potrebe građana i kreatora politike. Osnovne potrebe seta razvijenih indikatora od strane radne grupe, koja je ovaj posao radila na nivou EU, bili su da se:

- (a) podstakne dijalog na evropskom i nivou zemalja članice, o najboljem načinu doprinosa neenergetske ekstraktivne industrije održivom razvoju Evrope;
- (b) proširi opseg informacija potrebnih za transparentnost, javni dijalog i komunikacije, vezane za aktivnosti ekstraktivne industrije;
- (c) istaknu trendovi i prioriteti vezanih za metalne i mineralne sisteme; i
- (d) podrže privremene procene Evropskog napretka na ostvarenju održivih ciljeva u odnosu na neobnovljive resurse.

Set indikatora, koji je rezultat aktivnosti na ovoj inicijativi, interesantan je za širi krug korisnika informacija, i to naročito za:

- (a) industriju, koja može koristiti indikatore da bolje prikaže svoje ekonomske i socijalne prednosti, kao i napore na zaštiti životne sredine;
- (b) nacionalne, regionalne i lokalne vlasti, koje moraju da ispituju performanse ekstraktivne industrije i dozvole pristup zemljištu za eksploataciju mineralnih sirovina.

U početnoj fazi rada na definisanju indikatora održivosti ekstraktivne industrije (2000) ocenjeno je da indikatori treba da: (a) izveštavaju na neutralan način; (b) obuhvataju naučno zasnovane informacije i (c) unapred neće implicirati zaključke o doprinosu održivosti neenergetskih minerala. Prvobitno razvijen 31 indikator, testiran je na 152 lokacija (2001), kao rezultat čega je usledilo redukovanje na 13 prioriteta indikatora, koji obuhvataju aktivnosti u industriji (kompanijski nivo indikatora) i 7 indikatora na nivou država članica (državni nivo indikatora).

Indikatori su izabrani da opišu širok spektar atributa neenergetske ekstraktivne industrije. Oni nisu razvijeni imajući u vidu specifičnu regulativu ili politiku primene, već da daju korisnu sliku o održivosti u industriji, dok je prikupljanje podataka zahtevalo posebno razmatranje ostvarivosti. Predstavnici država članica su ukazali na probleme zakonske regulative, kao ograničavajuće osnove za prikupljanje podataka na državnom nivou. Zbog toga je odlučeno da se nastavi sa prikupljanju podataka na nivou kompanija, a da se razmotre drugi načini obezbeđenja podataka na državnom nivou. Posle konsultacija sa Evrostatom, zaključeno je da je moguće obezbediti podatke za neke od potrebnih indikatora, posebno u delu koji obuhvata: (i) doprinosom bruto domaćem proizvodu - GDP (utvrđena, kao dodata vrednost na faktor troškova); (ii) tražnjom mineralnih materijala po glavi stanovnika i (iii) trgovinskim bilansom.

Na osnovu definisanog seta indikatora, pripremljeni su upitnik i upustvo za indikatore na nivou kompanija (tabela 1), koji su prosleđeni pojedinačnim kompanijama preko privrednih udruženja. Pri tome je naglašeno da je aktivnost dobrovoljna i kompanije su pozvane da participiraju u ovoj aktivnosti. Rezultati utvrđivanja indikatora, na nivou EU su obuhvatili sva tri podsektora. Radi ilustracije karakteristika procesa prikupljanja biće date procesne karakteristike za obavljene aktivnosti tokom 2001, 2002 i 2003. godine, uz napomenu da autor nije uspeo da dođe do oficijelnih podataka o istim aktivnostima u kasnijim godinama.

Učešće kompanija u dobrovoljnoj inicijativi određivanja indikatora nije bilo potpuno, jer neke kompanije, koje su dostavile podatke za 2001. godine, to nisu učinile 2002. ili 2003. godine. Suprotno, druge firme, koje nisu učestvovala 2001. god, to su učinile u krajem 2003. god najnovijim rezultatima. Osim toga dobijeni su podaci za kompanije, koje rade u 10 novih država članica i Rumuniji i Bugarskoj, što nije bio slučaj za 2001. god. Treba napomenuti različitost prirode geoloških materijala u ekstraktivnoj industriji, npr. kvalitet rude može varirati u okviru istog ležišta mineralnih sirovina, što će se direktno odraziti na proračun indikatora vrednosti, zatim indikatora korišćenja voda i indikator energetske efikasnosti. Slično tome, u oblasti zemljišta postoje odstupanja, jer stopa otvaranje novih površina zemljišta za eksploataciju mineralnih sirovina, može se značajno menjati, kao odgovor na zatvaranje ili otvaranje rudnika, odnosno jedne ili više lokacija.

Pojedinačne vrednosti navedenih mera indikatora su publikovane u posebnim materijalima [3, 10], a objektivna ograničenja ovog rada ne pružaju mogućnost prikaza, analitičkog osvrta i pojedinačnog razmatranja po indikatorima sva tri podsektora neenergetske ekstraktivne industrije EU. U odnosu na sadašnji trenutak došlo je do značajnog povećanja broja zemalja članica EU, što se sasvim sigurno odrazilo i na nove kvantitativne vrednosti navedenih indikatora po prikazanom setu predmetnih indikatora.

Navedena aktivnost je rezultirala i definisanjem indikatora održivog razvoja ekstraktivne industrije na nivou država članica (Tabela 2.), koji zbog određenih problema u prikupljanju ulaznih vrednosti i obradi podataka nisu prikazani u navedenim publikovanim materijalima.

Tabela 1. Indikatori održivog razvoja ekstraktivne industrije na kompanijskom nivou [3]

R.b.	Indikator	Mera indikatora
1	Zaposlenost	Broj direktno zaposlenih; Broj indirektno zaposlenih (uključujući izvođače radova, konsultante itd.);
2	Troškovi geoloških istraživanja	Troškovi geoloških istraživanja / promet;
3	Investicije u istraživanje i razvoj	Troškovi istraživanja i razvoja / promet;
4	Transportna ograničenja	Prosečna transportno rastojanje od izvora do korisnika i % putnog, železničkog i vodenog transporta;
5	Zdravlje i bezbednost zaposlenih	Broj poginulih radnika godišnje; Broj godišnje izgubljenih radnih sati, kao posledica nezgoda/ ukupno radnih sati; Broj sati obuke u oblasti zdravlja i bezbednosti / ukupan broj radnih sati;
6	Komunikacija sa lokalnom zajednicom	Da li kompanija ima sistem za registraciju i praćenje žalbi (da/ne); Broj javnih susreta, tribina, uključujući otvorene dane, posete školama itd.;
7	Razvoj sposobnosti radnika (obuka/usavršavanje)	Broj sati obuke / Ukupan broj radnih sati;
8	Energetska efikasnost	Potrošnja energije u MJ po funkcionalnoj jedinici (1 tona proizvoda);
9	Potrebe za vodom	Neto potrošnja vode (u m ³) po funkcionalnoj jedinici (1 tona proizvoda);
10	Potrebe za zemljištem	Ukupna površina zemljišta, koja se koristi pri ekstrakciji minerala u toku izveštajnog perioda;
11	Upravljanje zemljištem	Ukupna površina novog zemljišta uključenog u korišćenje za ekstrakciju minerala;
12	Upotreba opasnih supstanci	Učešće opasnih supstanci, koje imaju potencijal rizik za životnu sredinu i/ili zdravlje ljudi, a koji se koriste u mineralnim procesima, po funkcionalnoj jedinici (%);
13	Ekološki incidenti	Broj i vrsta ekoloških incidenata;

Klasifikaciju indikatora održivog razvoja, razrađenu u EU, karakteriše manji broj indikatora, nego što je to slučaj sa američkom klasifikacijom indikatora, koja je prikazana kroz ranija autorska razmatranja [12]. Osim toga, u ovoj fazi rada, u klasifikaciji EU, u domenu ekstraktivne industrije, nisu posebno tretirani kriterijumi održivog razvoja, da bi po njima bili prikazani odgovarajući indikatori.

Tabela 2. Indikatori održivog razvoja ekstraktivne industrije na nivou država članica [3]

R.b.	Indikator	Mera indikatora
1	Održivi pristup resursima	Broj dozvola za ekstrakciju, koje su odobrene/broj primenjenih dozvola za ekstrakciju;
2	Zemljište odobreno za ekstrakciju minerala	Područje zemljišta odobreno za ekstrakciju minerala/Nacionalna površina;
3	Tražnja za materijalima	Tražnja materijala po glavi stanovnika
4	Doprinos BND	Promet/BND (članice EU) Promet treba da bude dat po klauzuli ex-work, odnosno bez troškova transporta do potrošača;
5	Trgovinski bilans	Otkopani/ekstrahirani proizvodi unutar EU u odnosu na otkopane/ekstrahirane proizvode uvezene iz zemalja van EU, tone;
6	Osetljivost	Broj lokacija na kojima kompanije vrše ekstrakciju (ili su za to određene);
7	Eksterna kooperacija u okviru održivog razvoja u neenergetskoj ekstraktivnoj industriji	Postojanje eksternih programa kooperacije, koji pokrivaju održivi razvoj neenergetske ekstraktivne industrije;

Ostvareni rezultati rada na definisanju indikatora neenergetske ekstraktivne industrije EU su značajni kao smernice za pripremu planskih aktivnosti u nacionalnom mineralnom sektoru Srbije. U odnosu na ograničavajuće faktore, koji u znatnoj meri otežavaju razradu kompleksnog seta kriterijuma i indikatora održivog razvoja u mineralnom sektoru Srbije, svakako treba uključiti odsustvo mineralne politike i strategije, veliki broj malih rudarskih preduzeća, nezavršen informacioni sistem za mineralno-sirovinsku bazu, ali i nepotpuno zakonodavstvo, koje nije na savremenom nivou i još uvek relativno nizak stepen odgovornosti odgovarajućih kadrova. Ipak, uprkos problemima, neophodno je poseban stručni napor usmeriti na sagledavanju uslova primene navedenih indikatora, kao i sistemsko-organizacione pripreme za izradu aktuelnog preseka vrednosti pokazatelja na kompanijskom, ali i nacionalnom nivou, kako bi se na taj način obavila priprema za obavezne aktivnosti, koje imaju zemlje članice EU.

4. ZAKLJUČAK

Mineralna industrija EU, s obzirom na bitne razlike od drugih oblika materijalne proizvodnje, zahteva posebnu pažnju u razmatranju odnosa prema životnoj sredini, uslovima održivog razvoja i indikatorima održivog razvoja. S obzirom na posebne specifičnosti energetske i neenergetske mineralnih sirovina, praćenje tržišnih karakteristika i njihove održivosti vrši se na nivou energetske i neenergetske ekstraktivne industrije EU.

Koncept održivog razvoja u aktivnostima ekstraktivne industrije doveo je do promena u evropskoj politici i strategiji, koje zahtevaju veću sigurnost i odgovornost industrije, uz održavanje konkurentnosti različitih sektora. Shodno tome pripremljena su i usvojena posebna dokumenta vezana za promovisanje održivog razvoja u neenergetskoj ekstraktivnoj industriji EU.

Poseban deo aktivnosti bio je definisanje indikatora održivosti ekstraktivne industrije, koji: (i) izveštavaju na neutralan način; (ii) obuhvataju naučno zasnovane informacije i (iii) unapred ne impliciraju zaključke o doprinosu održivosti neenergetskih minerala. Prvobitno je razvijen 31 indikator, koji je testiran na 152 lokacije, nakon čega je usledilo redukovanje na 13 prioriternih indikatora na kompanijskom nivou i 7 indikatora na nivou država članica, obuhvatajući širok spektar atributa neenergetске ekstraktivne industrije.

Ostavreni rezultati rada na definisanju indikatora neenergetске ekstraktivne industrije su značajni kao smernica za pripremu planskih aktivnosti u nacionalnom mineralnom sektoru Srbije. U tom smislu, uprkos problemima, neophodan je poseban napor na sagledavanju uslova primenljivosti navedenih indikatora, kao i sistemsko-organizacione pripreme u cilju izrade aktuelnog preseka vrednosti pokazatelja na kompanijskom, ali i nacionalnom nivou. Na taj način bi se obavila priprema za obavezne aktivnosti, koje imaju zemlje članice Evropske unije, ali isto tako i egzaktnije sagledala indikativna pozicija mineralnog sektora u daljem održivom razvoju Srbije.

Literatura

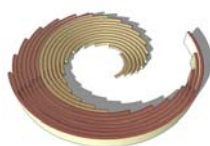
1. *Agenda 21*, Rio de Janeiro, Web <http://w.w.w.unap.org/uneppnat/legislative/ag21.ch.40.htm>, 1992.
2. Basy A.J., Hils G., Kmar U., Gardine R., (2003), *Operationalizing Sustainable Development in the Mining and Minerals Industry*. - Proc. 19 th World Mining Congress, p. 223-230, New Delhi
3. *EU Non-Energy Extractive Industry Sustainable Development Indicators 2001-2003*. - Final SDI Report, Raw Materials Supply Group, European Commission, 23 p., 2006.
4. Freudenberg M., (2003), *Composite indicators of country performance: a critical assessment*, Organisation for Economic Co-operation and Development, DSTI/DOC(2003)16, 34 p
5. Karamis, M., (2003), *Sustainable development conference held in Greece*.- Web http://ms.smenet.org/200308/css/min0308_31.clm?CFID
6. Milovanović, D., Tošović, R., (2005), *Kriterijumi i indikatori održivog razvoja u mineralno-sirovinskom kompleksu glina*.- Zbornik V međ. savet. o površinskoj eksploataciji i preradi glina, s. 311-319, Arandelovac
7. Milovanović, D., Tošović, R., (2005), *Geološko-ekonomska ocena mineralnih resursa i indikatora održivog razvoja*. - Zb. radova 14 Kongresa geolog. Srbije i C. Gore sa međunarodnim učešćem, sekcija 3, s.643-648, Novi Sad

8. Milovanović D., Tošović R., (2006), *Mineralni resursi Srbije, održivi razvoj i indikatori održivog razvoja*, Zbornik radova 7. kolokvijuma "Priprema mineralnih sirovina i održivi razvoj", RGF, 70-83, Beograd
9. Moldan B., Hák T., Kovanda J., Havránek M., Kušková P., (2004), *Composite indicators of environmental sustainability*, Statistics, Knowledge and Policy OECD World Forum on Key Indicators Palermo, 10 p
10. *Sustainable Development Indicators for the EU non-energy extractive industry in 2001*. - Final SDI Report, 19.02.2004, Raw Materials Supply Group, European Commission, 21 p., 2001.
11. *Second International Conference Sustainable Development Indicators in the Mineral Industry*, SDIMI, Aachen-. Web www.aims.rwth_aachen.de, 2005.
12. Tošović R., Milovanović D., (2007), *Indikatori održivog razvoja u nemetaličnom mineralno-sirovinskom kompleksu Srbije*, Tehnika, Rud.,Geolog.i Metal., LXII, 2, s .1-7, Beograd
13. *US Sustainable Minerals Round table: Presentation to Stakeholders*, Web www.unr.edu/mines/smr, June 2003.
14. WB, *World Development Report 2009 "Reshaping Economic Geography"*, 405 pp., 2009.

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

EKONOMSKA OCENA PROJEKATA OSNOVNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA MINERALNIH RESURSA

ECONOMIC EVALUATION OF BASIC GEOLOGICAL EXPLORATION PROJECT OF MINERAL RESOURCES

Tošović R.¹

Apstrakt

Dinamički deo procesa geoloških istraživanja, kroz koji se geološki resursi prevode u geološke rezerve, predstavlja stadijum osnovnih geoloških istraživanja. On je strateški veoma važan stadijum, ali je isto tako i stadijum praćen značajnim vrstama rizika. Uprkos ključnoj ulozi geološkog aspekta istraživanja mineralnih resursa, kao i kod drugih ekonomskih aktivnosti, posebno je važan ekonomski učinak baziran na ekonomskim principima. Ipak u određenim fazama osnovnih istraživanja mineralnih resursa prilično je teško odrediti, definisati i primeniti jasne kriterijume ocene projekata.

Svaki projekat osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa razvija se na osnovu odlučivanja tipa kreni/stani, koje je uslovljeno odgovarajućim troškovima, rizicima i mogućnošću povraćaja uložених sredstava. Ove odluke mogu biti i predmet osnovne odluke preko ekonomske matrice osnovnog odlučivanja za testiranje postavljenih geoloških pretpostavki predmetnog istraživanja mineralnih resursa. Za smanjenje rizika ulaganja u naredni stadijum, odnosno detaljna geološka istraživanja i kvantifikovanje rizika projekta na svim nivoima odlučivanja, najbolje menadžersko sredstvo upravljanja predstavlja analitički finansijski model, baziran na geološkim postavkama, sa odgovarajućim ekonomskim elementima i nadgradnjom.

¹ Prof. dr Radule Tošović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd,
tosovic@yahoo.com, tosovic@rgf.bg.ac.rs

Abstract

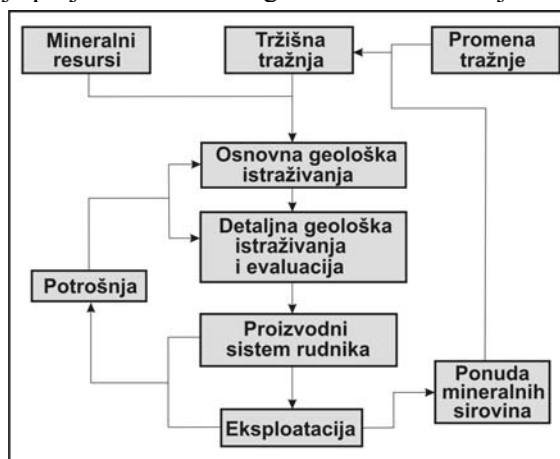
The dynamic part of the geological exploration process, through which the geological resources are translated into geological reserves, is the stage of basic geological exploration. It is strategically very important stage, but it's also the stage accompanied by significant types of risks. Despite the key role aspects of geological exploration of mineral resources, as well as other economic activities, particularly the important economic impact based on economic principles. But in certain phases of basic research of mineral resources is quite difficult to determine, define and implement clear criteria for evaluation of projects.

Each project of basic geological exploration of mineral resources developed on the basis of deciding the type of go/stop, which is subject to appropriate costs, risks and potential return on investment. These decisions may be subject to the basic decisions over basic economic decision-making matrix to test the assumptions set out the relevant geological research of mineral resource. To reduce the risk of investment in the next stage, and detailed geological research and quantify the risks of the project at all levels of decision-making, managerial best means of managing the financial analysis model based on the geological setting, with the economic elements and superstructure.

1. UVOD

U mineralnoj ekonomiji, kao i u drugim granskim ekonomijama, regulisanje tržišnih kretanja mineralnih sirovina, kao robe, vrši se kroz dejstvo dva ključna tržišna faktora, a to su: (i) ponuda i (ii) tražnja. Ipak postoje i određene granske specifičnosti, prema kojima tržišni sistem snabdevanja mineralnim sirovinama predstavlja interaktivni kompleks geoloških, tehničkih, ekonomskih, političkih i drugih faktora i ograničenja (slika 1). Osnovna geološka istraživanja mineralnih resursa se pojavljuju na početku lanca materijalne proizvodnje, koja potom, prema zakonskoj regulativi u Srbiji [22], prelaze u detaljna geološka istraživanja i definisanje ležišta kao geološko-ekonomske kategorije, završavajući se na eksploataciji i konačnoj valorizaciji mineralne sirovine na tržištu. Osnovna geološka istraživanja mineralnih resursa, u suštini omogućuju sužavanje prostora istraživanja, ekonomsko usmeravanje investicija i određivanje buduće lokacije ležišta ekonomskog značaja, zbog čega strategijski predstavljaju važan stadijum istraživanja. Osnovna geološka istraživanja *de facto* predstavljaju dinamički proces, kroz koji se nepoznati geološki resursi pretvaraju u potencijalne rudne rezerve. Ovaj stadijum ujedno prate i najveći investicioni rizici, koji se mogu kompenzovati kasnijim povraćajem uložених sredstava, kroz otkriće ekonomski značajnih ležišta. S druge strane posebne projekte istraživanja mineralnih resursa, po drugim pojedinačnim stadijumima/fazama, prate niži nivoi rizika, za koje takođe postoji potreba kvantifikovanja i odgovarajućeg smanjenja, a radi obezbeđenja ekonomske isplativosti investicija u geološka istraživanja i konačne profitabilnosti valorizacije mineralnih sirovina.

U praksi geoloških istraživanja mineralnih resursa Srbije, pitanjima ekonomskog vrednovanja projekata, posebno osnovnih geoloških istraživanja, u prethodnom periodu nije poklanjana dovoljna pažnja. Sa prelaskom na tržišnu orijentaciju i tržišno vrednovanje rezultata geoloških istraživanja, proistekla je praktična potreba dodatnog razmatranja evaluacije projekata osnovnih geoloških istraživanja.



Slika 1. Opšti prikaz parcijalnog tržišnog sistema geoloških istraživanja, ponude i tražnje mineralnih sirovina [prema 3, modifikovano].

Problematika tretirana ovim radom manjim delom polazi od nekih osnovnih geološko-ekonomskih postavki [1-5, 7-8, 10 i 21], a većim delom predstavlja nastavak i nadgradnju dosadašnjih studioznih analitičko-sintetičkih, induktivno-deduktivnih i sistematičnih studijskih specijalističkih proučavanja u domenu geološko-ekonomske ocene, projektnog menadžmenta, razmatranja mineralnih resursa i proučavanja u domenu geomenadžmenta [6, 11-20] na Katedri za ekonomsku geologiju pri Departmanu za ekonomsku geologiju Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U aktuelnim tržišnim uslovima, kao jedan od značajnih prioriteta u daljim istraživanjima, nameće se i pitanje unapređenja efikasnosti osnovnih geoloških istraživanja. Osnovni cilj ovog rada je generalno razmatranje ekonomske valorizacije projekata osnovnih geoloških istraživanja, s jedne strane, u funkciji uspešnijih i tržišno značajnijih osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa, a s druge strane, u funkciji projektnog i celokupnog menadžmenta, kao značajnog geomenadžerskog alata, radi veće ekonomske efikasnosti i uspešnog menadžmenta mineralnim resursima Srbije.

2. EKONOMSKA MATRICA MENADŽERSKOG ODLUČIVANJA O PROJEKTIMA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

U savremenim tržišnim uslovima svaki projekat osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa predstavlja ekonomsku aktivnosti i predmet je uticaja osnovnih ekonomskih principa.

Takav pristup nalaže stalno ekonomsko praćenje svih faza projekta, a konačna uspešnost se meri ekonomskim rezultatom kroz stavljanje u odnos *prihoda* od rezultata geoloških istraživanja mineralnih resursa i povezanih *troškova* istraživanja. Planske, ali i realne troškove pojedinačnog projekta je relativno lako utvrditi. Međutim vrednost ostvarenog rezultata je znatno teže izraziti u monetarnim jedinicama, jer otkriveno rudno ležište zahteva dalja detaljna istraživanja i razvoj u proizvodni sistem rudnika, tako da nije definitivna vrednost *per se*. Stoga se kao najpogodnije za ocenu pojedinačnih projekata može primeniti ekonomski princip potrebe ostvarenja željenog projektnog rezultata, tj. otkrića ekonomski značajnog ležišta mineralnih sirovina, koje opravdava dalja istraživanja i razvoj, uz minimalna ulaganja.

Utvrđivanje ekonomskog potencijala otkrivenih mineralnih koncentracija i određivanje kriterijuma korporativnih investicija, zbog toga treba da je sastavni deo svakog savremenog projekta. Realizaciju projekta, po određenim fazama, prati proces menadžerskog odlučivanja, koji se odvija kroz osnovnu ekonomsku matricu odluka (Tabela 1.), a slično generalnoj teoriji testiranja/provere pretpostavke/hipoteze predmetnog projekta.

Tabela 1. Ekonomska matrica menadžerskog odlučivanja o realizaciji projekta geoloških istraživanja [21]

Menadžerska odluka		Koncentracija minerala	
		Ekonomska	Neekonomska
Buduće investicije u detaljna istraživanja	Nastavak istraživanja	Korektna odluka	Greška drugog tipa
	Prekid istraživanja	Greška prvog tipa	Korektna odluka

Budući da većinu procesa osnovnih geoloških istraživanja ne prati direktni povraćaj uložених sredstava u investicioni fond, to se ekonomska sigurnost investicija mora obezbediti kroz kontrolu rizika ulaganja kapitala [20]. U menadžerskom odlučivanju *greška prvog tipa*, odnosno prekid ekonomski pozitivnog projekta, dovodi do gubitka mogućnosti povraćaja investiranih sredstava. U menadžerskom odlučivanju *greška drugog tipa*, tj. investiranje kapitala pod uslovima visokog rizika u detaljna istraživanja neekonomske mineralizacije, dovodi do porasta trošenja ograničenih finansijskih sredstava za istraživanje. Za obavljanje geoloških istraživanja u uslovima visokog rizika, suštinski je bitno da menadžerske odluke imaju za cilj smanjenje rizika u nastavku istraživanja neekonomskih mineralizacija. Rizik prekida daljih istraživanja ekonomske mineralizacije (*greška prvog tipa*) ne može se eliminisati i zastupljen je, u statističkoj teoriji, kao značajan nivo, koji, u našem slučaju, prvenstveno zavisi od stepena istraženosti i raspoloživih podataka i informacija za donošenje potrebnih menadžerskih odluka.

Zbog ograničene količine geoloških i ekonomskih podataka i informacija, koji su na raspolaganju posle osnovnih geoloških istraživanja, inicijalna ekonomska procena je zasnovana na kvalitativnim ili semi-kvantitativnim pretpostavkama i procenama.

De facto ona se realizuje kroz dinamiku odluke tipa kreni/stani, koje su predmet ekonomske matrice odluka, što odražava uspešne uzastopne procene ekonomskog potencijala i rizika projekta.

Lakše odrediti kriterijum ekonomske ocene predstavlja prinos pozitivnog rezultata geoloških istraživanja uz najmanja ulaganja, pod uslovom održavanja optimalne strukture projekta, efikasnosti projektne strukture i implementacije projekta. Detaljnija analiza ekonomske ocene projekata osnovnih geoloških istraživanja, treba da obuhvati razmatranje: (i) strukture projektnog procesa osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa, sa prikazom: sveukupne strukture, identifikacije projekta, faza izrade projekta i izvršenja projekta, i (ii) ekonomske analize projekta. Međutim obim navedenog razmatranja značajno prevazilazi objektivna ograničenja prikaza u ovom radu i biće predmet posebnih radova pripremljenih za publikovanje.

U savremenim uslovima realizacija projekata osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa, mora se odvijati prema principima i elementima savremenog projektnog menadžmenta, koji kod geoloških istraživanja ima posebne stručne i granske specifičnosti [6]. Osim toga postoje savremeni softverski alati (npr. Microsoft Project), koji olakšavaju ekonomsko praćenje projekta, sa posebnom opcijom upravljanja finansijama, odnosno praćenja budžeta i troškova realizacije projekta. Navedeno od projektanata zahteva poznavanje potrebnih softverskih alata, kako bi projektanska aktivnost, geološki i ekonomski, bila uspešnija, efikasnija i efektivnija.

3. EKONOMSKA OCENA PROJEKATA OSNOVNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U SRBIJI

Geološka istraživanja u Srbiji su, shodno važećem Zakonu o geološkim istraživanjima [22], podeljena na osnovna i detaljna. Osnovna geološka istraživanja su definisana kao poslovi od opšteg interesa za Republiku i finansiraju se iz budžeta Republike Srbije. Ovo direktno utiče i na pitanja kontrole ekonomske ocene projekata, kao i tržišne vrednosti rezultata osnovnih geoloških istraživanja, koje bi država trebala da obavlja preko nadležnih organa. Osnovna geološka istraživanja obuhvataju [22]: istraživanja razvoja, sastava i građe zemljine kore; utvrđivanje potencijalnosti područja u pogledu pronalaženja mineralnih sirovina do stepena istraženosti rezervi za C₁ kategoriju; utvrđivanje stanja, svojstava i karakteristika stena i tla; utvrđivanje geotehničkih osobina tla za potrebe planiranja namene prostora i pogodnosti terena za izgradnju; istraživanja radi zaštite životne sredine, kao i izradu geoloških karata.

Za mineralne resurse Srbije posebno je značajno da se osnovnim geološkim istraživanjima utvrđuju rezerve na nivou C₁ kategorije. Kompletно ekonomsko razmatranje zahteva uključivanje i aktuelnih stavova Zakona o rudarstvu [25]. Nakon izmena i dopuna [23 i 24] navedenog Zakona, omogućeno je da se eksploatacija na ležištu može vršiti i na nivou C₁ kategorije rezervi, za razliku od situacije pre izmena i dopuna, kada je to bilo moguće samo na osnovu A+B kategorije rezervi.

Ovo dodatno postavlja pitanje razgraničenja osnovnih i detaljnih istraživanja, jer je prethodno, tek nakon detaljnih istraživanja započinjala eksploatacija, a izvršenim izmenama se to može postići nakon osnovnih geoloških istraživanja. Posledično ovo obuhvata i posebna resorna pitanja da li Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja nadležno za osnovna geološka istraživanja, zalazi u nadležnost Ministarstva rudarstva i energetike nadležnog za detaljna geološka istraživanja i eksploataciju ležišta, ali takvo razmatranje prevazilazi tematski okvir ovog rada.

U stručnom, ekonomskom i menadžerskom razmatranju interesantno je sagledati zakonsku poziciju definisanja ekonomske ocene projekta osnovnih geoloških istraživanja.

U Zakonu o geološkim istraživanjima, prilikom određivanja neophodnog sadržaja projekta (član 17) nema navedenog i obaveznog poglavlja, koje bi se odnosilo na ekonomske aspekte projekta. U delu Zakona koji definiše Elaborat o rezultatima geoloških istraživanja navodi se potreba izrade tehno-ekonomske ocene rezultata istraživanja (član 24), ali bez navođenja potrebnih elemenata.

U Pravilniku o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja [9], kao podzakonskom aktu, potpunije je obuhvaćena ekonomska ocena projekta, i to:

- (i) za sadržaj projekta i
- (ii) sadržaj elaborata o rezultatima istraživanja.

U delu koji definiše tekstualni deo sadržaja projekta (član 4), kao osmo obavezno poglavlje navedeno je ekonomsko obrazloženje projekta. Osim toga ekonomska problematika se pojavljuje i u drugim obaveznim poglavljima projekta, i to na sledeći način:

- (i) Treće poglavlje projekta pod naslovom Pregled ranije izvršenih istraživanja, treba da sadrži pokazatelje geološko-ekonomske ocene o perspektivnosti istražnog prostora u celini ili u pojedinim njegovim delovima u odnosu na ležišta mineralnih sirovina (energetskih, metaličnih, nemetalčnih, građevinskih materijala, podzemnih voda - pitkih, mineralnih i termalnih) (član 7);
- (ii) Četvrto poglavlje projekta pod naslovom Projektna rešenja procesa geoloških istraživanja, u delu koji obuhvata Konceptijska i metodološka rešenja istraživanja za klasifikaciju i kategorizaciju rezervi mineralnih sirovina na istražnom prostoru, pored ostalog treba da sadrži i prikaz geoloških, genetskih, tehničko-eksploatacionih, tehnoloških, regionalnih, tržišnih i društveno-ekonomskih faktora i naturalne i vrednosne pokazatelje, na osnovu kojih se vrši klasifikacija i kategorizacija rezervi mineralnih sirovina (član 13);
- (iii) Peto poglavlje projekta pod naslovom Predmet sa opisom i tehničkim uslovima izvođenja istražnih radova, treba da sadrži najekonomičnije i najracionalnije varijante koncepcije istraživanja (član 15);

(iv) Osmo poglavlje projekta pod naslovom Ekonomsko obrazloženje projekta treba da sadrži uporednu analizu troškova istraživanja i ekonomskih efekata, koji se mogu postići pravilnim korišćenjem rezultata istraživanja. Ovo Ekonomsko obrazloženje treba da služi za sagledavanje opravdanosti istraživanja (član 18);

(v) Tekstualni deo elaborata o rezultatima osnovnih geoloških istraživanja treba da sadrži i tehno-ekonomsku ocenu (član 26), pri čemu Tehno-ekonomska ocena treba da sadrži, osim obrade određenih faktora i odgovarajuće prirodne i vrednosne pokazatelje, kao i geološko-ekonomsku ocenu rezultata istraživanja (član 33).

U prethodnom dvodecenijskom periodu, u većini projekata osnovnih geoloških istraživanja obrada ekonomske ocene projekta, kada je rađena, vršila se formalno, radi zadovoljenja zakonske obaveze neophodnog sadržaja projekta, bez ulaska u ozbiljniju finansijsku analizu ekonomske opravdanosti. Neophodno je naročito skrenuti pažnju da, do sada, uopšte nije obuhvatano pitanje rizika i povraćaja uložених sredstava, što se mora činiti u predstojećem vremenu tržišnog vrednovanja rezultata i uslovima smanjenja budžetskih investicija. Posebno je značajno da nije pridavana potrebna pažnja ekonomskoj oceni dobijenih rezultata, kao uslova za nastavak višegodišnjih projekata. Upravo na ovom slučaju se dobro može ilustrovati praktični značaj ekonomske ocene na kraju svake godišnje faze realizacije, koja pozitivnim izrazom znači potrebu nastavka istraživanja, a negativnim izrazom potrebu prekida istraživanja, kako bi se izbeglo dalje ekonomski neisplativo ulaganje, a finansijska sredstva efikasno preusmerila na ekonomski pozitivne projekte. S obzirom da su budžetska sredstva u pitanju, bilo je veoma značajno uraditi i ocenu efektivnosti izvršenih geoloških istraživanja, što bi moglo poslužiti kao značajan osnov za planiranje daljih geoloških istraživanja.

Jedan od ključnih razloga za ovakav odnos na relaciji *ekonomska ocena – projekti osnovnih geoloških istraživanja* verovatno treba tražiti u državnom karakteru finansiranja nepovratnim sredstvima i opšteg ambijenta nedovoljne primene ekonomskih i tržišnih kriterijuma ocene. Ipak u tržišnom okruženju i potrebi ekonomskog postupanja, ovakvu praksu je neophodno promeniti, kako bi ekonomska komponenta projekata imala svoje mesto u pripremi i oceni projekta. Upravo u ovom delu postoji potreba izrade posebne metodike tipske ekonomske ocene projekata, koja bi projektantima olakšala njenu primenu u pripremi, izradi i realizaciji projekata osnovnih geoloških istraživanja. Pri ovom razmatranju ekonomske ocene projekata, treba imati u vidu da postoje dve vrste ekonomske ocene, kojima se ocenjuje: (i) komercijalna i (ii) nacionalna isplativost, ali i u jednom i u drugom slučaju postoje savremena rešenja i metode, kojima se ocena može izvršiti. Posebno je važno da pitanje ekonomske ocene projekta postane deo razmišljanja projektanata, kako se ne bi održavala ranija navika, da projektant pripremi projekat, bez obzira na ekonomski značaj i moguće aspekte primene, koji potom država finansira, a da je nebitno da li će rezultati prikazani kroz elaborate stajati u arhivama, bez ikakve primene i korišćenja.

Postoje i posebno razvijeni savremeni pristupi u oceni mineralnih projekata u zemljama sa razvijenim mineralnim ekonomijama, koji su bili predmet autorskog proučavanja [16, 17], ali objektivna ograničenja u ovom radu ne dopuštaju mogućnost obrade i prikaza takve materije, koja delom zahvata i širu ekonomsku problematiku, uključujući aspekte eksploatacije i konačne tržišne valorizacije mineralnih sirovina.

4. ZAKLJUČAK

Osnovna geološka istraživanja *de facto* predstavljaju dinamički proces, kroz koji se nepoznati geološki resursi pretvaraju u potencijalne rudne rezerve. Prate ga najveći investicioni rizici, koji se mogu kompenzovati kasnijim povraćajem uložених sredstava, kroz otkriće ekonomski značajnih ležišta.

U savremenim tržišnim uslovima svaki projekat osnovnih geoloških istraživanja mineralnih resursa predstavlja ekonomsku aktivnosti i predmet je uticaja osnovnih ekonomskih principa. Takav pristup nalaže stalno ekonomsko praćenje svih faza projekta, a konačna uspešnost se meri ekonomskim rezultatom kroz odnos prihoda od rezultata geoloških istraživanja mineralnih resursa i troškova istraživanja. Realizaciju projekta, po određenim fazama, prati proces odlučivanja, koji se odvija kroz osnovnu ekonomsku matricu odluka. Budući da u procesu osnovnih geoloških istraživanja nema direktnog povraćaja uložених sredstava, ekonomska sigurnost investicija se mora obezbediti kontrolom rizika ulaganja kapitala.

U prethodnom dvodecenijskom periodu, u većini projekata osnovnih geoloških istraživanja u Srbiji ekonomske ocene projekta, kada su se vršile, bile su formalne, radi zadovoljenja zakonske obaveze neophodnog sadržaja projekta, bez ulaska u ozbiljniju finansijsku analizu ekonomske opravdanosti. Do sada uopšte nije obuhvatano pitanje rizika i povraćaja uložених sredstava, što se mora činiti u vremenu tržišnog vrednovanja rezultata i smanjenja budžetskih investicija.

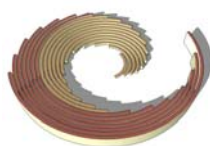
Iako u ekonomskoj oceni projekata postoje dve vrste ekonomske ocene: (i) komercijalne i (ii) nacionalne isplativosti, u oba slučaja postoje savremena rešenja i metode ocene. Naročito je važno da ekonomska ocena projekta postane deo razmišljanja projektanata u svim fazama pripreme, izrade i realizacije projekta.

Započeta obimna i kompleksna autorska aktivnost na proučavanju mesta, uloge i značaja ekonomske ocene projekata u savremenom geološkom, menadžerskom i projektantskom radu biće nastavljena u sklopu daljeg aktivnog naučno-istraživačkog i aplikativnog rada. Relacija ekonomska ocena - projekat geoloških istraživanja biće posebno razmatrana u delu sa različitim vrstama ocena, kao i fazama kretanja projekata, kako bi se stvorili preduslovi za ekonomski uspešnija i efektivnija osnovna geološka istraživanja mineralnih resursa Srbije.

Literatura

1. Bhappu R.R., (1995), *Mineral Investment Decision Making*. – E & MJ, 7, 36–38
2. Forrest M. & Samis, M., (2006), *Get real - Calculating project value*. - Materials World, May 2006, 28–30, Institute of Materials, Minerals and Mining, London
3. Horkel A., (1986), *On the Economic Evaluation of Individual Regional Mineral Exploration Projects*. - Mitt. Öst. Geol. Ges., 78 (1985), 41–50, Vienna
4. Horkel K., (2006), *Montangeologische Untersuchung und Bewertung von Quarzgängen im Altkristallin und der Böhmischen Masse in Österreich*. - Dipl.-Arb. Univ. Wien
5. Janković S., Milovanović D., (1985), *Ekonomska geologija i osnovi ekonomike mineralnih sirovina*, Rud. Geol. Fak., 403 p., Beograd
6. Milovanović D., Tošović R., Srbljanović A., (1999), *Projektni geomenadžment i efikasna, efektivna i racionalna istraživanja i ocena mineralnih resursa*, Zbornik radova "OMC '99", Bor, 22-24 septembar 1999, Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju, 414-424, Bor
7. Peters W.C., (1978), *Exploration and Mining Geology*. - 1st ed., 696 pp., J. Wiley, New York
8. Potts D., (1998), *The Assessment of Mining Companies in the Private Sector*. - Int. Mining & Minerals, Vol 1/6, 163–168, IMM, London
9. *Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja i elaborata o rezultatima geoloških istraživanja*, Službeni glasnik RS, br. 51/96, 6 pp., 1996
10. Scott F., (1990), *The Role of Banks and their requirements in Mining Project Finance*. - Mine & Quarry
11. Tošović R., Milovanović D., (2003), *Relacije geološko-ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina i profizibiliti i fizibiliti studije pri oceni mineralnih resursa Srbije*, Zbornik savetovanja IMES'03, 252-260, Arandelovac
12. Tošović R., Milovanović D., (2007), *Geološko-ekonomska ocena u funkciji geomenadžerskih aktivnosti*, Tehnika, Rud.,Geolog.i Metal., LXII, 5, s. 9-16, Beograd
13. Tošović R., (2007), *Geological-economic Evaluation in the Function of Concurrent Engineering*, Proceeding of 10th International Conference Dependability and Quality Management DQM-2007, 679-686, Beograd
14. Tošović R., Milovanović D., (2008), *Economic Evaluation in the Function of Coal Mineral Resources Management*, IV International Conference on Coal Opencast Mining Coal 2008, Belgrade, October 15-18, 2008, "Centre Sava", 556-564, Belgrade
15. Tošović R., Milovanović D., (2008), *The Function of Economic Evaluation in Management of Mineral Resources*. 1st Symposium Nature Conservation in Serbia, The Book of Abstracts, Institute for nature conservation of Serbia, 133-134, Novi Sad

16. Tošović R., (2009), *Izveštaj po Projektu prognozno-metalogenetska i geološko-ekonomska ocena resursa i rezervi metaličnih mineralnih sirovina Srbije, Podprojekat 4: Razrada kriterijuma savremene geološko-ekonomske ocene resursa i rezervi metaličnih mineralnih sirovina Srbije za 2009. godinu*, Katedra ekonomske geologije, 169 pp., Beograd
17. Tošović R., (2009), *Izveštaj po Projektu prognozno-mineragenetska i geološko-ekonomska ocena resursa i rezervi nemetalčnih mineralnih sirovina Srbije, Podprojekat 4: Razrada kriterijuma savremene geološko-ekonomske ocene resursa i rezervi nemetalčnih mineralnih sirovina Srbije za 2009. godinu*, Katedra ekonomske geologije, 162 pp., Beograd
18. Tošović R., Milovanović D., (2009), *Economic Evaluation and Cash Flow of Investment Project in Economics of Mineral Resources*, Tehnika
19. Tošović R., (2010), *Management in Modern Conditions of Serbian Mineral Economy*, MISKO 10, 19 pp. (in press), Belgrade
20. Tošović R., (2010), *Specific Risk in Economic Evaluation of Mineral Resources*, Proceeding of 13th International Conference Dependability and Quality Management ICDQM-2009, Belgrade, Serbia, 500-510, Belgrade
21. Wellmer F.W., Dalheimer M., Wagner M., (2008), *Economic Evaluations in Exploration*, Second edition, Springer, 250 pp.
22. *Zakon o geološkim istraživanjima*, Službeni glasnik RS, br. 44/95, 17 pp., 1995
23. *Zakon o izmenama i dopunama zakona o rudarstvu*, Službeni glasnik RS, br. 34/06, 12 pp.
24. *Zakon o izmenama i dopunama zakona o rudarstvu*, Službeni glasnik RS, br. 104/09, 8 pp., 2009
25. *Zakon o rudarstvu*, Službeni glasnik RS, br. 44/95, 30 pp., 1995



**MONITORING UTICAJA EKSPLOATACIJE LIGNITA NA
POVRŠINSKOM KOPU POLJE D U KOLUBARSKOM
UGLJONOSNOM BASENU NA ŽIVOTNU SREDINU**

**ENVIRONMENTAL MONITORING ON OPEN PIT COAL
FIELD D IN KOLUBARA COAL MINES**

Vučković M.¹, Krstić V.², Đorđević S.³

Apstrakt

Eksploatacijom lignita na površinskom kopu Polje D ostvaruje se nepovoljan uticaj na životnu sredinu u njegovom neposrednom okruženju. Uticaj zagađivača ogleda se povećanju nivoa buke, vibracija, zapašenosti i zagađenju površinskih i podzemnih vodotokova. U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnog uticaja eksploatacije lignita na životnu sredinu, neophodno je uspostaviti monitoring sistem za područje neposredno oko površinskog kopa. Ovaj vid kontinualnog osmatranja i merenja nivoa zagađenosti omogućuje pouzdanu ocenu veličine i intenziteta zagađenja. Takođe, utvrdiće moguću štetu, na osnovu koje se mogu planirati pravovremene mere u cilju sprečavanja šireg, odnosno radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja.

Monitoringom životne sredine pratiće se svi značajni izvori zagađenja koji nastaju kao rezultat postojećih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu u proširenim granicama. Postupak monitoringa realizovaće se u okviru postojećih zakonskih i institucionalnih okvira u Srbiji, a u slučajevima gde ne postoji zakonska regulativa, biće poštovani međunarodni propisi i preporuke (EU, Svetska banka, EPA, WHO).

¹ Marina Vučković, dipl.inž.rud., PD RB Kolubara, ogranak Projekat, Lazarevac, Srbija

² Vesna Krstić, dipl.inž.rud., PD RB Kolubara, ogranak Projekat, Lazarevac, Srbija

³ Snežana Đorđević, dipl. inž. šum., PD RB Kolubara, ogranak Projekat, Lazarevac, Srbija

Abstract

Lignite open pit mining on ore field D cause an significant environmental pollution in the nearest neiboroughod. The increasement of noise, bad vibrations, dustiness and underground and water flow pollution is the bad open pit digging results. In a realtime defining of bad lignite digging influnecess, it is necessary to establish an environmental monitoring in a nearest suburban of open pit. This type of continiously envorinmental measuring should provide a respective estimation of open pit nearest neighboruogh pollution. In addition, yearsly measuring should provide elements for damage estimations, due it wiil be planed a succsesfull measures healing the widespreaded pollution.

Environmental pollution monitoring should notify all the pollution sources, which are the result of open pit activities. Monitoring will be realised according to a Serbian government legislation, also taking care of all inclusive and additional legality rules of Serbia and/or European Union Community regulations and recommendations (EU, World Bank, EPA, WHO).

1. UVOD

U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnog uticaja eksploatacije lignita na životnu sredinu potrebno je razviti monitoring sistema za područje površinskog kopa Polje D. Ovaj sistem omogućiće pouzdanu procenu veličine i inteziteta zagađenja, moguće štete, pravovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja šireg zagađenja, odnosno radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja.

Merenje i procene postignutih efekata na polju zaštite životne sredine su, u prvom redu, predmet angažovanja radnika. Nadležni državni, regionalni i lokalni organi te efekte prate, procenjuju i potvrđuju njihovu prihvatljivost ili traže poboljšanja uspostavljenog sistema.

U sklopu PD RB Kolubara nije urađen generalni program kojim bi monitoring bio sveobuhvatno planiran i razrađen. Poslednjih godina Rudarski institut-Beograd i još neke institucije vrše povremena i periodična merenja (3 do 4 puta godišnje) nekih parametara vazduha (SO₂, NO₂, čađ, suspendovane čestice, taložne materije i fenoli), vode i buke. Dobijeni rezultati se dostavljaju površinskim kopovima u obliku pisanih elaborata.

Monitoring sistemom biće praćena emisija zagađujućih materija na području izvođenja rudarskih aktivnosti:

- kvalitet podzemnih voda i pojavu potencijalnih toksičnih materija,
- kvalitet površinskih voda i pojavu potencijalnih toksičnih materija,
- kvalitet zemljišta, korišćenje i rehabilitacija zemljišta,
- čvrsti otpad (sa odlaganjem na površini i nastalim ispiranjem i biogasom),
- kvalitet vazduha emisije,
- nivo buke.

Sistem za monitoring životne sredine, koji se predviđa ovom radom biće u mogućnosti da izvrši analizu izvora zagađenja u skladu sa njihovim doprinosom ukupnom zagađenju životne sredine uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine. Postupak monitoringa će uzeti u obzir postojeći zakonski i institucionalni okvir u Srbiji, a u slučajevima gde ne postoji zakonska regulativa u Srbiji, biće poštovani međunarodni propisi i preporuke (EU, Svetska banka, EPA, NJHO).

Osnivanje službe za monitoring površinskog kopa Polja D koja će predstavljati posebnu službu integrisanu u postojeću organizaciju površinskih kopova, odnosno koja će se kasnije integrisati u službu monitoringa na nivou RB Kolubara.

Odgovornost navedene službe biće sprovođenje i organizovanje potrebnih merenja i analiziranja, dalja elaboracija rezultata, uspostavljanje i razvoj baze podataka, izveštavanje o monitoringu područja i dr.

Predloženim monitoringom biće praćena emisija zagađujućih materija na području izvođenja aktivnosti projekta uz pokrivanje sledećih činilaca životne sredine:

- kvalitet vazduha-emisije i imisije,
- površinske vode odvedene sa predmetnog industrijskog kompleksa,
- podzemne vode-zaštita kopa od podzemnih voda,
- čvrsti otpad (sa odlaganjem na površini),
- nivoi buke,
- kvalitet zemljišta,
- kvalitet flore i faune
- praćenje zdravstvenog stanja stanovništva.

U našem slučaju izbor parametara monitoringa se vezuje samo za konkretne izvore zagađenja i gde svaki privredni subjekt ima zakonske obaveze da prati obim emisije.

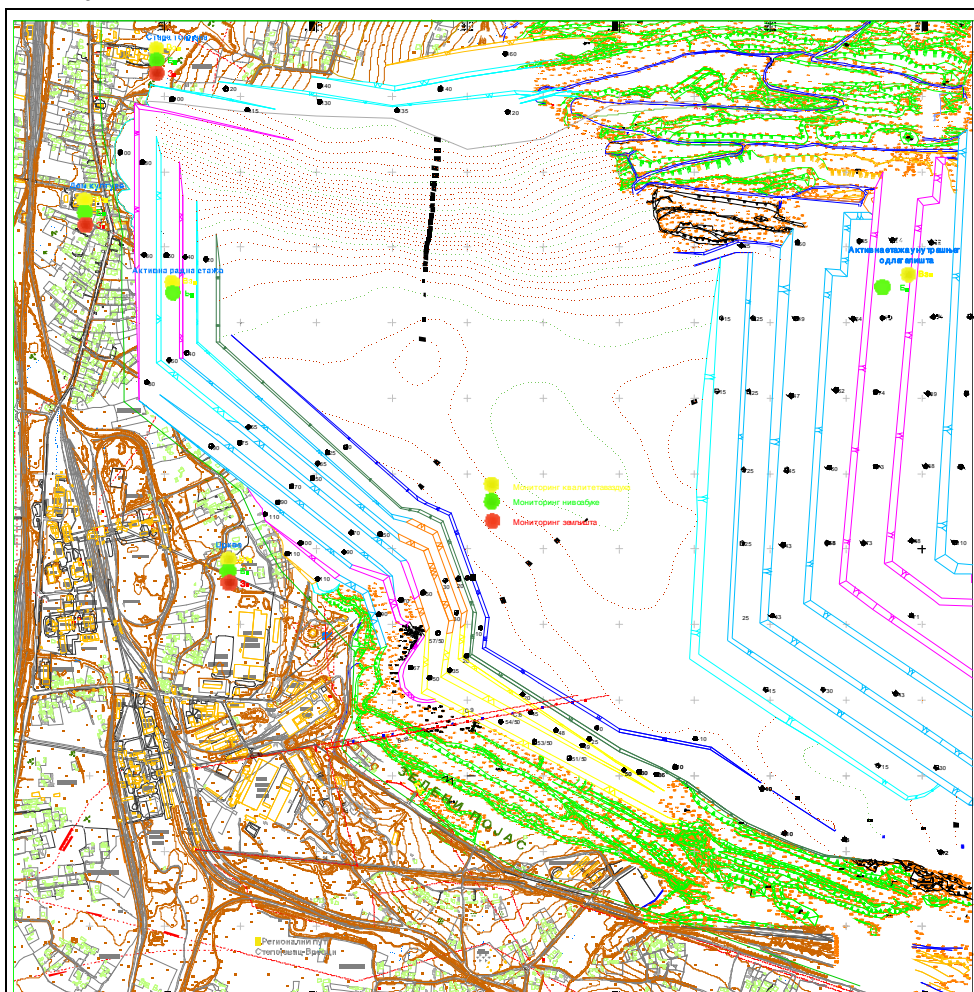
2. MESTA, NAČIN I UČESTALOST MERENJA UTVRĐENIH PARAMETARA

Rezultati merenja koncentracija zagađujućih materija porede se sa graničnim vrednostima imisija (GVI), te se na osnovu obavljenih analiza utvrđuje stanje i trendovi, na osnovu kojih se preduzimaju odgovarajuće mere zaštite.

Za merenje stepena aerozagađenja, u početnoj fazi njenog utvrđivanja, kontinualna ili diskontinualna merenja imisije taložnih i suspendovanih materija jednom godišnje, saglasno Zakonu o zaštiti životne sredine i Pravilnikom o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka (Sl. glasnik RS, br. 54/92).

Pri postavljanju mreže mernih stanica mora se uzeti u obzir vrste emitujućih materija, visina emitera ili nekog drugog posmatranog objekta koji je izvor zagađenja, meteorološki parametri (pravac kretanja preovlađujućih vetrova i sl.), otvorenost prostora i dr.

Merna mesta odabrana su tako da se, koliko je to moguće u uslovima predmetne lokacije, izbegne uticaj drugih potencijalnih zagađivača, u cilju dobijanja meritornih rezultata. Situaciona karta Polja D u proširenim granicama sa ucrtanim mernim mestima prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Situaciona karta Polja D u proširenim granicama sa ucrtanim mernim mestima

U slučaju da izmerene vrednosti imisije nisu u skladu sa navedenim pravilnikom, radovi na kopu moraju se zaustaviti dok se ne otklone uzroci nedozvoljene imisije zagađujućih materija.

Merenje i način uzorkovanja određuje stručna organizacija registrovana za merenje imisije zagađujućih materija.

Obaveze Nosioca Projekta su:

- Obaveza nosioca projekta je da izvrši garancijsko merenje imisije ukupnih taložnih materija i imisije suspendovanih čestica u životnoj sredini, radi dobijanja dozvole za rad. Garancijsko merenje obavlja se po završenoj izgradnji i postizanja ustaljenog rada postrojenja i uređaja. Ukoliko merenjima ne mogu da se dokažu dozvoljene imisione norme shodno Pravilniku o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka (Sl. glasnik RS, br. 54/92), radovi na kopu moraju se odmah zaustaviti dok se ne otklone uočeni nedostaci.
- Obaveza nosioca projekta je, da godišnje u toku redovnog rada, izvrši merenje imisije ukupnih taložnih materija i imisije suspendovanih čestica u životnoj sredini shodno Pravilniku o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka (Sl. glasnik RS, br. 54/92). Ukoliko merenjima ne mogu da se dokažu dozvoljene imisione norme, radovi na kopu moraju se odmah zaustaviti dok se ne otklone uočeni nedostaci.

3. MONITORING KVALITETA VAZDUHA

Predloženi sistem za monitoring vazduha treba da omogući registrovanje kvaliteta vazduha na površinskom kopu Polja D u proširenim granicama, kao i okruženju, u cilju procene rizika po zdravlje ljudi koji su izloženi zagađenju vazduha.

Sprovodiće se tri vrste merenja:

1. Kontinualno (na stanicama),
2. Diskontinualno (sa prekidima),
3. Merenje u pokretnim laboratorijama (na odabranim lokacijama).

Zajedno sa ovim merenjima obezbediti i paralelno praćenje meteoroloških parametara na posmatranom području.

Mesta merenja imisije zagađenja vazduha izabrana su na lokacijama gde je rizik za prekoračenje graničnih vrednosti veliki.

Generalno, broj i raspored mernih mesta zavisi od rasporeda značajnih receptorskih tačaka u okolnom području. Tako je, u cilju određivanja uticaja pojedinih izvora zagađenja, merna mesta postavljaju se u njihovoj neposrednoj blizini (tj. u blizini bagera, odlagača, transportnih traka, i sl.). Ova merenja se obavljaju pokretnim mernim stanicama po definisanom programu.

Uticaj pomenutih izvora pratiti na radnim mestima u okviru samog područja na kome se odvijaju rudarske aktivnosti. Učestalost merenja biće dva puta mesečno u početnom periodu a kasnije i ređe, kada se ustanove zavisnosti emisijonih i imisionih vrednosti. Imajući u vidu da su rezultati proračuna prostiranja čestica u okolini izvora emisija u okviru kopa pokazali da se ne očekuje da područje van kopa bude ugroženo česticama sa kopa, kao i da se stalno naseljena mesta u blizini kopa nalaze sa južne i zapadne strane istog.

Na području u okolini kopa biće postavljena po jedna stacionarna merna stanica za merenje kvaliteta vazduha (Tabela 1.).

Tabela 1. **Merenje kvaliteta vazduha**

Oznaka mesta	Naziv mernog mesta	Parametri koji se prate	Učestalost merenja
Vz ₁	Pokrov Sv. Bogorodice	▪ Lebdeće čestice prašine	2 puta mesečno
Vz ₂	Dom kulture Vreoci	▪ Taložne čestice prašine	2 puta mesečno
Vz ₃	Stara Toplana	▪ Čađ	2 puta mesečno
Vz ₄	Aktivna radna etaža Polja D	▪ Emisija gasova (SO, NO _x , CO ₂)	2 puta mesečno
Vz ₅	Aktivna etaža unutrašnjeg odlagališta Polja D		2 puta mesečno

Monitoring zagađenja vazduha vrši će se i pokretnom laboratorijom, koja se može upućivati na ciljane tačke da bi se izvela merenja u toku epizodnih zagađenja vazduha. Podaci koje sakuplja pokretna laboratorija uvrstavaju se u centralnu bazu podataka.

Merenje nataloženih čestica vrši se pomoću posebnih uređaja poznatih pod imenom Bergerhoff merni uređaji za nataloženu prašinu. Jedan ovakav aparat postavi će se na površinskom kopu Polje D, a po tri aparata na izabranim mestima u Vreocima.

Uzimanje uzoraka prašine, SO₂ i NO₂ vrši će se povremeno, dva puta mesečno. Svako merenje trajaće tri dana, a pokretnom laboratorijom kontrolisaće se naseljeno mesto Vreoci (ukupno pet mesta). U zavisnosti od konkretnih rezultata merenja, frekvencija uzorkovanja može se povećati ili smanjiti, čime se ograničava ili proširuje prostor za kontrolu.

Važno je napomenuti da je površinski kop Polje D u neposrednoj blizini površinskog kopa Polje B, monitoring vazduha treba organizovati kao jedinstven sistem za celo područje.

4. MONITORING KVALITETA VODA

Monitoring voda obuhvata praćenje kvaliteta: površinskih voda, podzemnih voda I formiranih akumulacija.

Studija predviđa na Polju D da će postojati šest mernih mesta za praćenje kvaliteta voda na različitim lokacijama. Mesta, parametri i učestalost su prikazana i označena (V₁₋₆) u Tabeli 2.

Osnovni zadaci ovog monitoringa su sledeći:

- Monitoring kvaliteta i kvantiteta površinskih tokova;
- Monitoring emisije tečnih efluenata (kvalitativni i kvantitativni) u površinske tokove;
- Monitoring nivoa podzemnih voda;
- Monitoring kvaliteta podzemnih voda;

- Monitoring kvaliteta vode za piće;
- Monitoring kvaliteta vode iz akumulacija.

Tabela 2. **Merenje kvaliteta vode**

Oznaka mesta	Merno mesto	Parametetri	Učestalost merenja
V ₁	Vodovod Vreoci	<ul style="list-style-type: none"> - Saglasno Pravilniku o kvalitetu vode za piće, - nivo, - količina. 	svakodnevno
V ₂	Postojeća akumulacija vode (A)	<ul style="list-style-type: none"> - P, N, BPK5, RK, - teški metali (Zn, Cu, Cr, Pb ukupn, Cd, Hg,) - sulfidi, - nivo, - količina, - acidifikacija i - eutrofizacija. 	Jedanput godišnje
V ₃	Vodosabirnik (taložnik)		
V ₄	Uliv u reku Peštan (Odvodni kanal)	<ul style="list-style-type: none"> - Boja, miris i temperatura vode, - suspendovane čvrste čestice, - rastvorne materije vidljive, - otpadne materije, - Ph vrednost, - elektroprovodljivost, - amonijum jon, nitrati, - nitriti, Ca, Mg, hloridi, sulfati, Fe, Mn, Zn, Cu, Cr-ukupni, Pb, Cd, Hg, rastv.O₂,procenat zasićenja kiseonikom, BP5, HPK5, fenoli, - specifični pokazatelji (masti i ulja), - proticaj. 	kvartalno
V ₅	Reka Peštan uzvodno od kopa		
V ₆	Reka Peštan nizvodno od kopa		

Parametri površinskih voda i otpadnih voda meriti standardizovanom postojećom regulativom (Sl. Glasnik RS br.31/82) koja definiše:

- klasifikaciju površinskih voda prema maksimalno dozvoljenim neorganskim i organskim nečistoćama,
- zahteve za prečišćavanjem otpadnih voda,
- uslove ispuštanja otpadnih voda u površinske vode,
- metodologiju i periodičnost sistematskih analiza i dr.

Merno mesto uzorkovanja vode (V₆) obezbeđuje praćenje uticaja površinskog kopa, odnosno da omoguće praćenje promene kvaliteta voda posle ulivanja otpadnih voda. Polje D potencijalno ugrožava reku Peštan, tako da su merna mesta postavljena na:

- uzvodno od kopa (V₅),

- na mestima uliva otpadnih voda u izlivnom kanalu (V_4),
- nizvodno od kopa na vodotoku (V_6).

Učestalost merenja biće kvartalna. Treba istaći da se ovaj program merenja već sprovodi na postojećem površinskom koku Polje D, tako da ga u narednom periodu treba usaglasiti sa razvojem kopa.

Monitoring nivoa podzemnih voda vrši se u okviru mera za odbranu kopa od podzemnih voda. Izdani koje su od neposrednog značaja za odbranu kopa od podzemnih voda su krovinska i međuslojna izdan.

Parametri na osnovu kojih se prati kvalitet podzemnih voda definisani su regulativom (Sl. Glasnik RS br 6/78, kao i pravilnik o kvalitetu vode za piće Sl. Glasnik RS br 42/98).

Procena pada nivoa podzemnih voda vrši će se jedanput godišnje, merenjem dubine u različitim bušotinama. Monitoring postojeće vode za piće, kojom se snabdevaju sela, obavljaće se svakog dana u skladu sa uobičajenom praksom.

Monitoring voda u nastalim akumulacijama (merno mesto V_2 i V_3) vrši se u cilju prevencije mogućih higijensko ekoloških nepravilnosti, kao i u cilju definisanja mogućnosti korišćenja ovih voda u budućnosti. Osnovni parametri u tom smislu vezani su za pojave:

- Eutrofikacije (pratiti fosfor, azot. BPK_5 i HPK),
- Acidifikacija (pratiti pH-vrednost, teške metale, fenol i sulfide)

Takođe pratiti bilanse ovih voda. Mesta za uzimanja uzoraka određena su u dnu površinskog kopa.

Postojeći monitoring na površinskom koku Polje D zadovoljava postavljene zahteve u pogledu karakteristika otpadnih voda, površinskih i podzemnih voda. U programu monitoringa integrisati i praćenje količine voda koja se ispuštaju u reku Peštan.

5. MONITORING NIVOA BUKE

Praćenje buke treba sprovoditi u odgovarajućim intervalima kako na radnim mestima, kako bi se procenila izloženost radnika buci određenog inteziteta, tako i na karakterističnim tačkama u okolini kopa posebno pored naseljenih područja koje se nalaze u blizini pruge za transport uglja i saobraćajnica za kamionski saobraćaj.

Sam površinski kop i mašine smeštene unutar površinskog kopa Polje D bukom bitno neće ugrožavati najbliža naselja u okruženju. Osnovni problem, u pogledu buke leži u transportnom sistemu kojima se ugalj transportuje iz kopa. U tu svrhu treba uvesti kontinualno praćenje nivoa buke naročito pored naseljenog mesta-Vreoci.

Potrebno je 5-7 merača ispred i u kućama najbližim granici kopa, meriti nivo buke u dnevnim i noćnim uslovima. Merenje vršiti 12 puta godišnje, a saglasno rezultatima projektovati i preduzeti mere zaštite od buke.

Mesta gde će se pratiti nivo buke sa oznakama B_{1-4} , prikazano je u Tabeli 3.

Tabela 3. Merenje nivoa buke

Oznaka mesta	Merno mesto	Parametri	Učestalost merenja
B ₁	Pokrov Sv. Bogorodice	nivo	Mesečno
B ₂	Dom kulture Vreoci	nivo	-II-
B ₃	Stara Toplana	nivo	-II-
B ₄	Aktivna radna etaža Polja D	nivo	-II-
B ₅	Aktivna etaža unutrašnjeg odlagališta Polja D	nivo	-II-

Takođe pri merenju nivoa buke na svakom mernom mestu meriti punih 24 časa, jedanput mesečno, čime je moguće meriti varijacije u toku 24 časa. Cilj praćenja buke je predviđanje i prevencija rizika po zdravlje zaposlenih a takođe i prevencija uticaja buke na lokalnu zajednicu, preduzimanjem odgovarajućih mera za njihovo ublažavanje.

Merenje nivoa buke vršiti na osnovu Pravilnika o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS, br. 54/92).

Ako se u toku monitoringa pojavi slučaj prekoračenja dozvoljenih vrednosti nivoa buke, rad na proizvodnom kompleksu se mora obustaviti i sprovesti mere za smanjenje nivoa buke u dozvoljene granice.

6. MONITORING ZEMLJIŠTA

Monitoring zemljišta se vrši u cilju poboljšanja uslova korišćenja zemljišta i obuhvata uzimanje uzoraka, merenje i obradu podataka o faktorima plodnosti i toksičnosti zemljišta, naročito sadržaja teških metala. Merenje faktora plodnosti zemljišta i faktora toksičnosti vršiti barem jedanput godišnje.

Mesta gde će se pratiti kvalitet zemljišta oznake (Z₁₋₃) prikazana su u Tabeli 4.

Tabela 4. Određivanje kvaliteta zemljišta

Oznaka mesta	Naziv mernog mesta	Parametri koji se prate	Učestalost merenja
Z ₁	Pokrov Sv. Bogorodice	– pH, CaCO ₃ , – sadržaj humusa, – mikro elementi, – teški metali (Zn, Cu, Cr ukup., Pb, Cd, Hg, Fe, Mn)	Jedanput godišnje
Z ₂	Dom kulture Vreoci		
Z ₃	Stara Toplana		

Uzimanje uzoraka obavlja osoblje službe za monitoring. Prikupljene informacije omogućavaju izradu izveštaja o prostornim i vremenskim trendovima praćenih parametara.

Osnovne komponente sistema monitoringa zemljišta su monitoring kupovine i zauzimanje zemljišta i monitoring korišćenja i rekultivacije zemljišta.

U vezi sa praćenjem rekultivacije zemljišta vrši se procena kopova iz spoljašnjih odlagališta devet meseci posle rekultivacije, merenjem gustine domaćih biljnih vrsta koje su se razvile na rekultivisanom zemljištu. Osim toga, 15 meseci posle rekultivacije procenjuje se i raznolikost biljnih vrsta.

7. MONITORING ZDRAVSTVENOG STANJA STANOVNIŠTVA

Zdravlje stanovništva pratiti redovnim pregledima u nadležnim medicinskim ustanovama, čiji specijalizovani lekari treba da utvrde obim i sadržaj potrebnih analiza i pregleda, kao i da sačine detaljni izveštaj o rezultatima i trendovima analiza.

Tabela 5. Monitoring zdravstvenog stanja stanovništva

Mesto		Vrste i broj oboljenja koje se prate	Učestalost lekarskih pregleda
Radna sredina	Radnici PK Polja D	– Oboljenja disajnih puteva – Sluh	Jedanput godišnje
Naselje Vreoci	Stanovništvo Vreoca	– Maligna oboljenja – Oboljenja bubrega – Praćenje i vođenje evidencije svih vrsta oboljenja	

8. MONITORING FLORE I FAUNE

Prilikom rada površinskog kopa neophodno je sprovoditi biološki monitoring koji podrazumeva praćenje akumulacije zagađujućih materija ili njihovih štetnih sastojaka u tkivima i organima, kao i odgovarajućih biohemijskih, morfoloških fizioloških i patoloških promena kod jedinki, odnosno populaciono ekoloških promena kod biljaka i životinja.

Tačan broj mernih mesta zavisiće od konkretnih i dominantnih uslova rada na predmetnom području i u zaviznosti od dinamike rudarskih radova.

Položaj planiranih mernih mesta biće konačno definisan od strane rukovodstva rudnika u saradnji sa službom koja će da prati rezultate i zapažene trendove.

9. ZAKLJUČAK

Razmatranje, kontrola i usvajanje dobijenih rezultata je važan deo procesa monitoringa, jer se njime praktično, verifikuju snimljeni podaci i uočene pojave, definišu trendovi i vrši stalna korelacija parametara koji se prate. Da bi se to ostvarilo, razmatranje kontrola i usvajanje dobijenih rezultata, treba raditi najmanje jednom godišnje.

Materijale priprema Služba osmatranja u saradnji sa kompanijama koje su obavljale poslove monitoringa. Ista služba treba da na bazi postignutih rezultata i uočenih trendova predloži korigovanja plana monitoringa.

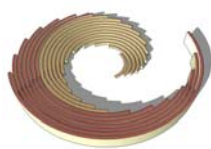
Literatura

1. Rudarsko-geološki fakultet, 2006, Studija o proceni uticaja na životnu sredinu zatečenog stanja eksploatacije uglja na površinskom kopu Polje D, Beograd
2. Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, 2008, Strateška procena uticaja plana generalne regulacije za područja naselja Vreoci, Beograd
3. Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, 2008, Plan generalne regulacije za područje naselja Vreoci, Beograd
4. Kolubara Projekt, 2005, Idejni projekat sa studijom opravdanosti proširenja granica površinskog kopa Polje D, Lazarevac
5. Kolubara Projekt, 2009, Dopunski rudarski projekat površinskog kopa Polje D, Lazarevac
6. Kolubarski basen, J.P. Rudarski basen Kolubara sa p.o., D.P. Kolubara - Površinski kopovi, 2003, Elaborat o rezervama uglja u ležištu Polje D, Baroševac
7. Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, 2007, Prostorni plan područja eksploatacije kolubarskog lignitskog basena, Beograd
8. Energoprojekt – Entel a.d., 2003, Analiza uticaja površinskog kopa Polje B na životnu sredinu, Idejni projekat sa studijom opravdanosti proširenja površinskog kopa Polje B za kapacitet od tri miliona tona uglja godišnje, Beograd
9. Rudarsko-geološki fakultet- Beograd, 2002, Periodična ispitivanja hemijskih i fizičkih štetnosti, mikroklimе i osvetljenosti u radnim sredinama površinskog kopa Polje D, Beograd
10. Gradski zavod za zaštitu zdravlja, 2004, Analize otpadnih voda površinskih kopova Polje B, Polje D i Tamnava Istočno Polje za 2002. i 2003. godinu, Beograd
11. Rudarski institut Beograd, 1994, Izveštaj o merenju stanja zapašenosti i buke u zoni stambenih objekata duž trake za transport uglja sa Polja D u separaciju

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

A PROBABILITY METHOD FOR DEFINING THE BOUNDARIES OF AN OPENCAST MINE

Christov S.¹, Dimitrijević B.²

Abstract

The initial information for designing an opencast mine has a probability character.. That is why the paper offers a method for defining the boundaries of the mine on the basis of probability statistics decisions. From the cumulative schedule of the regime of mining operations we define the values of: the average overburden ratio, the initial overburden ratio, the most unfavorable exploitation overburden ratio, the irregularity coefficient of the overburden removal operations and the portion of overburden during the construction period for slope angles 30, 40 and 50 and slope height H=150m and H=100m (table 1). The dependencies between the average overburden ratio and the degree of risk from increasing the slope's angle are also defined. The mine boundaries are determined by the method of permissible average overburden ratio. The results of the calculations are shown in tables and graphs. The method makes possible the use of a probability approach to defining the boundaries of the opencast mine and considering the degree of risk when assessing the angle of the unworkable slope. The method allows defining more precisely the optimal boundaries of the mine. It is applicable in designing and exploiting steeply-inclined deposits such as Medet, Elat zite, Assarel, etc. in Bulgaria.

One of the important strategically problems in designing and construction of opencast mines is the determination of their boundaries in plan and profile. The efficient work of the mines depends to a great extent the correct solution of this problem. As the starting design information of an opencast mine has a probability character there exists a certain risk in taking final decision about its boundaries.

¹ Prof. dr Stojan Hristov, University of Mining and Geology, 9 Sofia, Bulgaria

² Ass. MSc. Bojan Dimitrijević CSc, The Faculty of Mining and Geology - University of Belgrade

When defining the mine boundaries and the reliability estimation of the taken decision it is necessary to apply probability methods. The present paper suggests a method for defining the mine boundaries on the basis of probability statistics decisions (Christov, 1994).

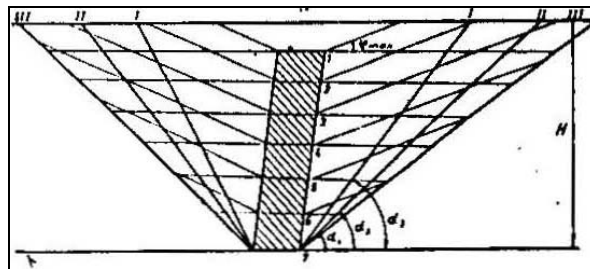


Figure 1 Depending the boundaries of an opencast mine exploiting steeply-inclined deposits considering the probability character of the angle of the unworkable slope

The probably it character of the values slope of the strength parameters of rocks brings to the unclearness in determining the final situation of the slope. The permissible interval of its change depends on the chaining scope of the relative mistake of the calculated strength rock characteristics. It will bring to changing the mine boundaries – from α_1 to α_2 at depth H (Figure 1). In our case α_i changes from 30° to 50° , while the depth is $H=150$ m.

For a chosen direction of development of mining works and angle of the working slope $\psi_{\max}=15^\circ$ the stage volumes of the overburden and the mineral have been consequently defined (Figure 1). On the basis of these data the increasing values of the overburden and the mineral P have been calculated from the exploitation H and the cumulative where η_b is boundary overburden ratio (in our case η_b is accepted as $5 \text{ m}^3/\text{m}^3$).

In Table 1 are given the obtained results in the calculation of η_{cpd} . The crossing point B in Figure 3.a. satisfies the equation $\eta_{\text{cp}} = \eta_{\text{cpd}}$.

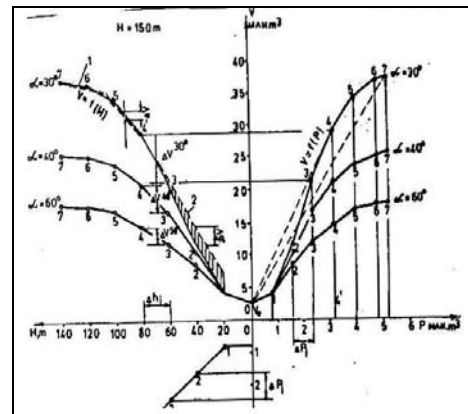


Figure 2 Graph schedule of the regime of mining works of the mine at $H=150$ m
1- before making the overburden ratio average,
2 - after making the overburden ratio average

The slope angle is $\alpha=44^\circ$, the production of mine mass $A^{\text{g}}_{\text{MM}}=7,0$ million m^3 , while the risk degree - $R=75\%$ which is practically unacceptable, for normal work in the mine. Similar conclusions were made at $H=100$ m. The obtained results are given in Table 1 and Figure 3b. and Figure 4.

At H=100m the condition $\eta_{cp} = \eta_{cpd}$ is fulfilled for point B₁ (Figure 3.b.). In this case the mine is formed under the slope angle of the unworkable slope $\alpha=40^\circ$ $A_{MM}^g = 6.5$ million m³ and risk R=25%. Thus, at H=125m and $\alpha=42^\circ$ the risk degree is R=50%. (Figure 5).

The reverse problem can also be solved at a given risk degree to define the boundary depth of the opencast mine. Considering the possible negative and positive error when defining the strength rock parameters, the boundaries of the opencast mine in designing should be calculated at two values of its depth - the first with a risk smaller than 50%, i.e. H<125m and the second with R>50%, H >125m. At the final decision of the boundaries of the opencast mine it is necessary to have in mind as well the financial factors with the help of the function of efficiency (Christov, 1989).

The suggested method allows to use the probability method for defining the boundaries of the opencast mine and for calculating the risk degree estimating the angle of the unworkable slope. The method allows to obtain more real optimal boundaries of the mine. It can be applied in designing and exploiting of steep running depositions of the type "Medet", "Elatzite", "Asarel", "Burdze" etc.

On the basis of the method of I.A. Arsenov (Areenov, 1976) from the cumulative schedule the values of the average overburden ratio n_{cp} , the initial overburden ratio n_o , the most unfavorable exploitation overburden ratio n_i , the irregularity coefficient of the overburden removal operation

$$\lambda = \frac{n_i}{n_{cp} - n_o} \quad (1)$$

and the portion of the overburden during the construction period

$$\mu = \frac{n_o}{n_{cp}} \quad (2)$$

have been defined. The values of these parameters at stop angle of the unworkable slope 30°, 40° and 50° are shown in Table 1.

Table 1 Parameters of the mine with slope height 150 and 100m and varies angles of the unworkable slope

Angle of the slope	Height of slope, m									
	H=150m					H=100m				
	n_{cp} m ³ /m ³	μ_1 m ³ /m ³	n_i m ³ /m ³	λ_1 m ³ /m ³	n_{cpa} m ³ /m ³	n_{cp} m ³ /m ³	μ_1 m ³ /m ³	n_i m ³ /m ³	λ_1 m ³ /m ³	n_{cpa} m ³ /m ³
30°	7.55	0.055	13.20	1.85	2.80	5.63	0.125	7.83	1.58	3.33
40°	5.32	0.081	7.20	1.47	3.52	3.90	0.179	4.33	1.53	3.89
50°	3.85	0.112	2.34	1.30	5.17	2.86	0.245	2.67	1.24	4.25

From the cumuli schedules in Figure 2 can be seen that to the increase of the production with P and the depending of the mining works with h corresponds respective certain increase of the overburden volume. For example, at H=150 m, P=1.0 million m³, h=20m and angles of the unworkable slope 30°, 40° and 50° these increases are respectively V³⁰= 7.8 million m³, V⁴⁰= 4.40 million m³ and V⁵⁰= 2.73 million m³. The Figure 2 shows with dates line V=f{H) for α=30° at an average overburden ratio. From this diagram the volumes of the over-burden can be defined which are additionally taken out or concervated in separate stages.

The studies carried out by the author and other specialists show that the strength rock parameters have a distribution close to the normal one. Therefore, we can use the low of normal distribution of error in the strength rock parameters, while the error in the calculation of the average overburden ratio will be commensurable with the error of the calculation of the stability of the slope.

At a respective possible error of the calculated strength rock parameters δ=0.36 the root-mean-square σ=0.12 and the possible deviation E=0.674 σ=0.08 can be defined the degree of risk in various slope angles (Christov, 1994; Christov, 1989).

tg α ₀ = tg α _m (1-3σ)=0.576	30°	0
tg α ₁ = tg α _m (1-2σ)=0.680	34° 10'	2.3
tg α ₂ = tg α _m (1-σ)=0.790	38° 10'	15.9
tg α ₃ = tg α _m (1-E)=0.827	39° 50'	25.0
1		
tg α _m = tg α ₀ = 0.827	42°	50.0
1-3e		
tg α ₄ = tg α _m (1+E)=0.970	44°	75.0

where α_m is the mathematical expectation of the slope angle.

The diagrams of the relationships between the average overburden ratio and the degree of risk created by the angle increase of the unworkable slope are given on Figure 3.a. The same figure shows the production change of the mine at various slope angles.

Defining the bounder is of the opencast mine is done by the method of the admissible average overburden ratio (Arsenov, 1970).

$$\eta = \frac{\eta_b}{\lambda - \mu(\lambda - 1)} \quad (3)$$

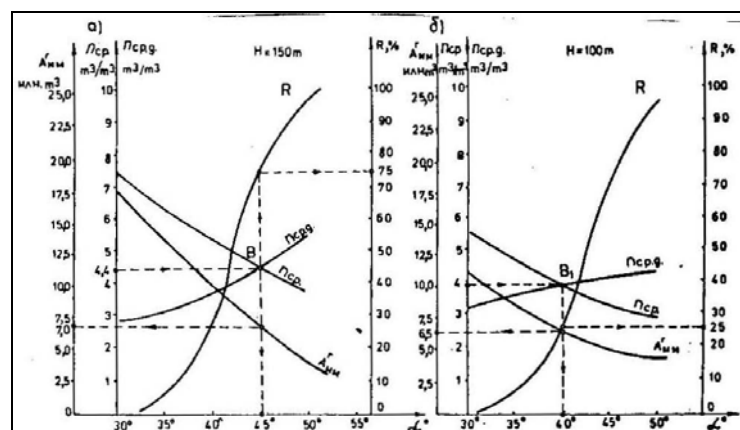


Figure 3 Diagrams of the relationships between the average overburden ratio η_{cp} , the admissible overburden ratio η_{cpd} , the production power of the mine A_{MM}^g and the pit slope angle α considering the risk degree R

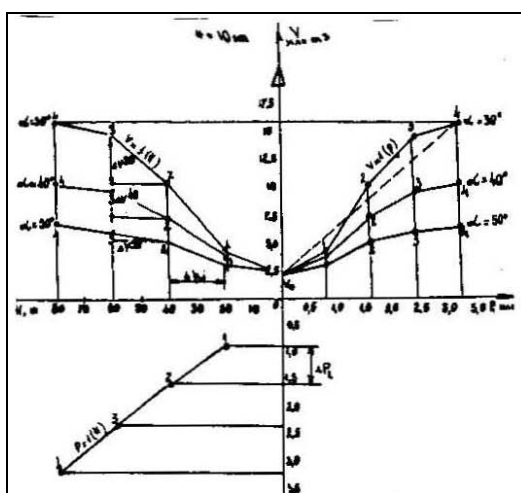


Figure 4 Graph schedule of mining works in an depth of an opencast mine at $H=100m$

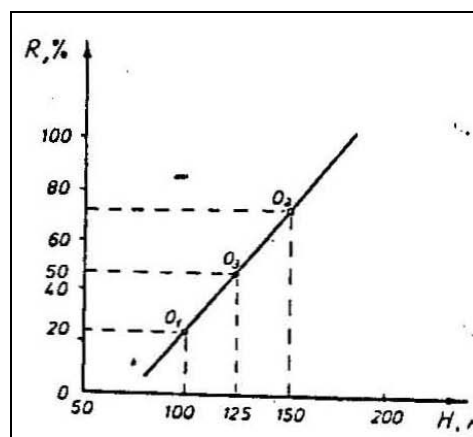
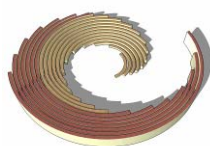


Figure 5 Defining the limit opencast mine at a definite risk degree

References

1. Arsentiev, A. I. (1970), *Defining the productivity and the boundaries of the opencast mines*. M., Nedra
2. Christov, S. C. (1994), *Relate unship between the development of mining works and the slope stability of the opencast: mines*,
3. Christov, S. C. (1989), *Technological problems in the development of mining works in opencast mines*



ZAŠTO HOMOGENIZACIJA UGLJA NA POVRŠINSKOM KOPU TAMNAVA-ZAPADNO POLJE

WHY COAL HOMOGENISATION AT OPEN PIT MINE TAMNAVA WEST FIELD

Jakovljević M.¹, Mitrović S.², Jovičić R.³

Apstrakt

Na osnovu matematičkog modela ležišta Tamnava-Zapadno Polje i ograničenja kopa analizirano je napredovanje fronta rudarskih radova od severa ka jugu i geometrijskom analizom prikazane funkcionalne zavisnosti ukupne jalovine i selektivne jalovine od uglja, kao i promena DTE u periodima na svakih 5 godina.

Abstract

Mining works front progress analysis is made based on mathematical model of coal deposit Tamnava West Field and mine limitations from north to the south and geometry analysis. Paper presents functional dependences of waste and selective waste from coal and changes in lower calorific values in periods of every five years.

1. UVOD

Površinski kop Tamnava-Zapadno Polje nalazi se u istočnoj polovini zapadnog dela Kolubarskog ugljonosnog basena i izgrađen je za potrebe snabdevanja ugljem TE, čiji je projektovani kapacitet $12 \cdot 10^6$ t/god.

¹ Milan Jakovljević, dipl. inž. rud., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

² Slobodan Mitrović, dipl. inž. rud., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

³ Ratko Jovičić, dipl. mat., JP Elektroprivreda Srbije, Beograd

Namera autora ovog rada je da skrenu pažnju stručne javnosti na učešće proslojaka jalovine u ugljenoj seriji i promenu DTE uglja sa pravcem napredovanja fronta rudarskih radova.

U celini posmatrano ugljnosna serija polja Tamnava-Zapadno Polje približno je horizontalna sa blago izraženim plikativnim strukturama u vidu sinformi i antiformi, verovatno nastalih kao posledica tektonskih pokreta u podini tercijarne serije.

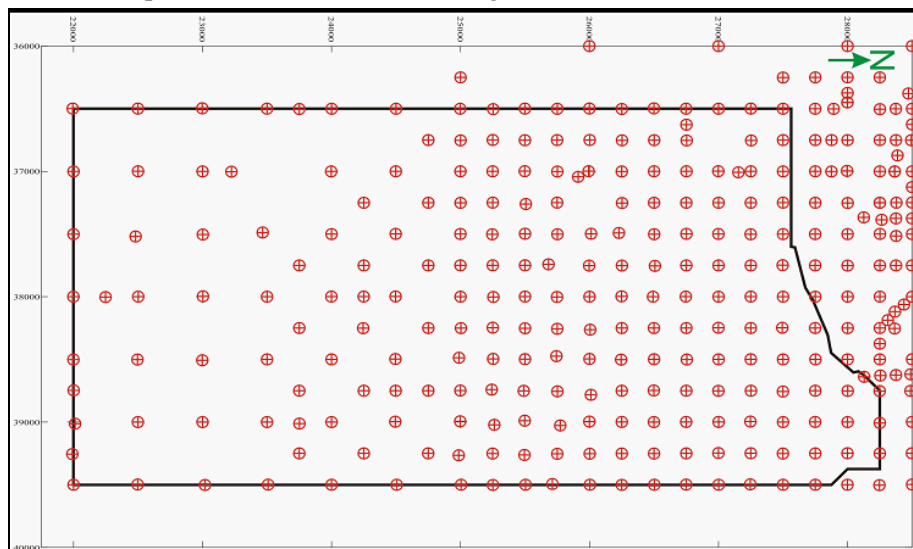
Analizom obima istražnih radova na polju Tamnava-Zapadno Polje, može se konstatovati, da je ležište dovoljno istraženo, a gustina istražnih radova je u skladu sa Pravilnikom o kategorizaciji i kalsifikaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina za određenu grupu i podgrupu ležišta.

2. MODEL LEŽIŠTA

Za proračun količina uglja, kvaliteta uglja i jalovine (ukupno, pojedinačno i po vremenskim periodima) nepohodno je formirati model ležišta. Model ležišta je urađen na osnovu podataka koji su dobijeni istražnim bušenjem, uzorkovanjem sa otvorene etaže, inženjerskim znanjem i stanjem rudarskih radova. Kriterijumi za modeliranje su:

- ako se između dva proslojka uglja čija je debljina veća od 1 m pojavi jalovina čija je debljina manja od 1 m onda taj proslojak jalovine smanjuje kvalitet uglja,
- ako se između dva proslojka jalovine čija je debljina veća od 1 m pojavi ugalj čija je debljina manja od 1 m onda je taj proslojak uglja jalovina.
- sve druge slučajeve rešava inženjer svojim poznavanjem ležišta.

Na Slici 1. prikazani si istražni radovi u granica blokova overenih rezervi.



Slika 1.

2.1. Rezerve i kvalitet uglja

U Tabeli 1., samo radi ocene pouzdanosti modela ležišta, prikazane su količine uglja i skraćene tehničke analize uglja na osnovu Elaborata o rezervama (autor Zoran Kitanović, dipl. inž. geolog. sa saradnicima) i količine uglja i skraćene tehničke analize uglja na osnovu modela ležišta. Sve razlike su za analizu i treba model dograđivati dok se ne približi geološkom modelu, a time bi i razlike bile manje ili?

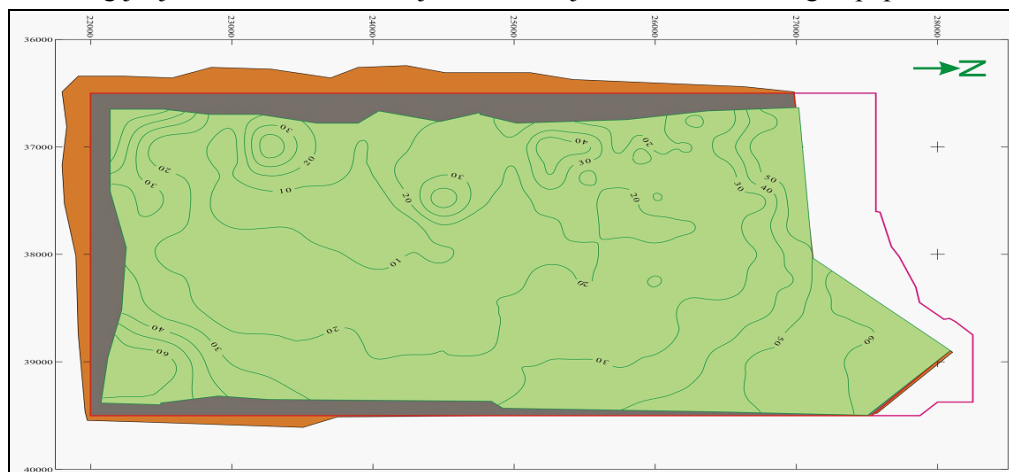
Tabela 1.

	Uglja (t)	DTE (MJ/kg)	Pepeo (%)	Vlaga (%)
Elaborat	493,823,000	7.36	15.26	49.26
Model	469,736,000	7.26	19.35	45.25
Razlika	-5.1 %	-1.4 %	+21.1	-8.9

3. ANALIZA NAPREDOVANJA RUDARSKIH RADOVA

3.1. Ograničenje kopa

Površinski kop Tamnava-Zapadno Polje ograničen je sa severne strane stanjem rudarskih radova (januar 08.), sa zapadne strane profilskom linijom OE (koor. 7436500), sa istočne strane profilskom linijom PO (koor. 7439500) i sa južne strane profilskom linijom 100 (koor. 4922000). Definisana granica je na krovini ugljene serije a završna kosina je konstruisana pod generalnim nagibom od 13° (Slika 2.). U Tabeli 2. prikazane su količine: uglja, jalovine veće od 1 m, jalovine manje od 1 m, DTE, vlaga i pepeo.



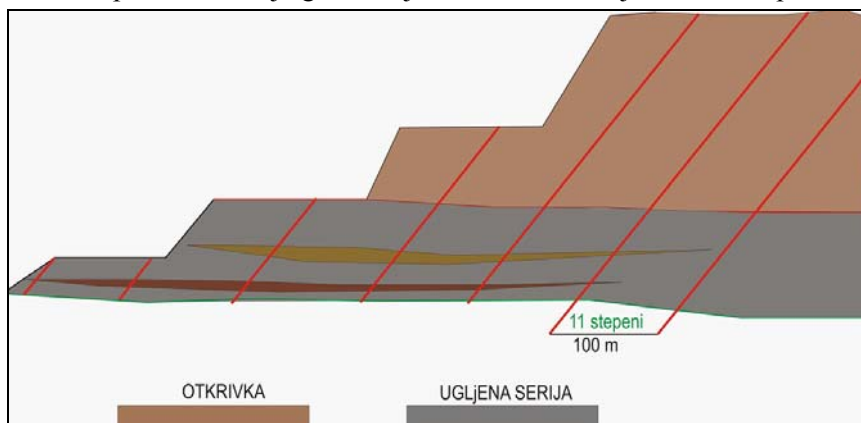
Slika 2.

Tabela 2.

KOP	Otkrivke (10 ⁶ m ³)	Jal.>1m (10 ⁶ m ³)	Jal.<1m (10 ⁶ m ³)	Ugalj (10 ⁶ t)	Ekspl. uglja (10 ⁶ t)	DTE (MJ/kg)	Pepeo (%)	Vlaga (%)
	675	227	21	397	369	6.77	20.51	47.97

3.2. Geometrijska analiza

U cilju analize napredovanja fronta rudarskih radova (raspored otkrivke i uglja u planu i po dubini) urađena je geometrijska analiza u pravcu S-J. Pravac S-J omogućava planiranu proizvodnju uglja sa ujednačenim eksploatacionim koeficijentom otkrivke. Nad konstruisanim kopom urađena je geometrijska analiza, kako je na Slici 3. prikazano.



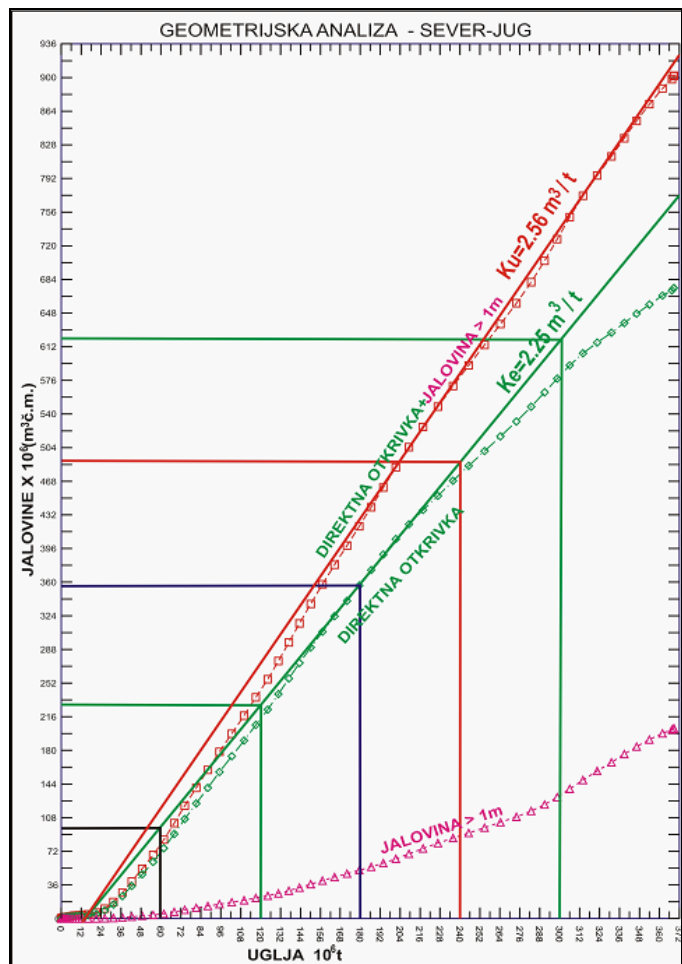
Slika 3.

Iznad i ispod krovine uglja konstruisana je kosa ravan po uglom od 11°. Konstruisana ravan, gde dno-podina uglja i kosa ravan zajedno sa završnom kosinom površinskog kopa čini jednu fazu kopa (100 m). Dinamičkim pomeranjem od S-J (na svakih 100 m) konstruisano je više uzastopnih faza kopa (65 faza). Na osnovu geometrijske analize konstruisani su kumulativni grafici $\Sigma V = f(\Sigma U)$ priraštaja otkrivke i selektivne jalovine u funkciji uglja (Slika 4.).

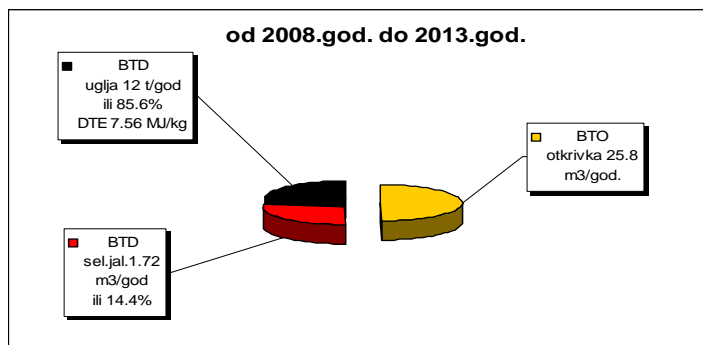
3.3. Faze razvoja kopa

Predstavljene su faze napredovanja rudarskih radova na svakih pet godina (u obliku pita), sa početnim stanjem januar 2008. godine. Za svaku fazu od po 5 godina i za proizvodnju uglja od 12 miliona tona godišnje, izračunate su količine otkrivke koje treba da otkopaju BTO sistemi i količine ugljene serije koje treba da otkopaju BTB sistemi.

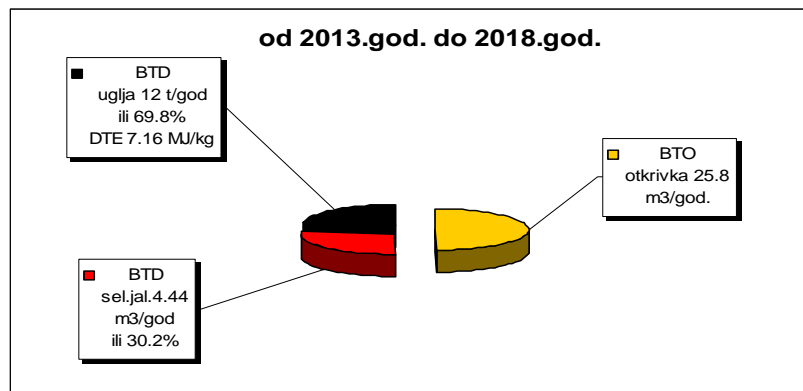
Za BTB sisteme izračunate su količine uglja i selektivne jalovine veće od 1 m, kao i procentualno učešće uglja odnosno jalovine u ugljenoj seriji. Za svaki petogodišnji period (Slike 5.-10.) izračunate su i srednje vrednosti za DTE, sa razblaženjem DTE zbog učešća jalovih proslojaka manjih od 1 m.



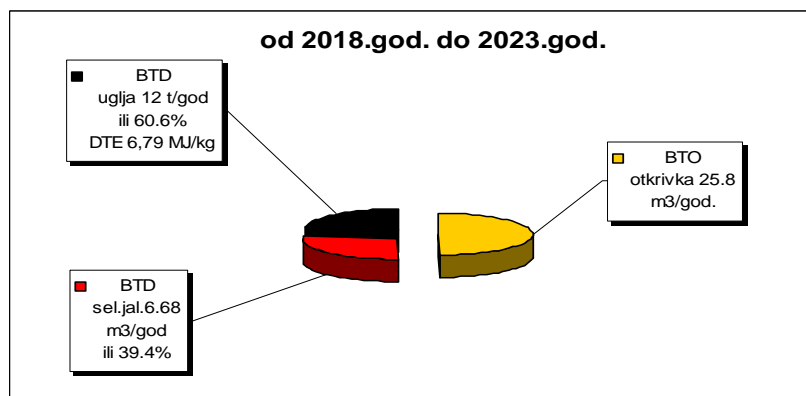
Slika 4.



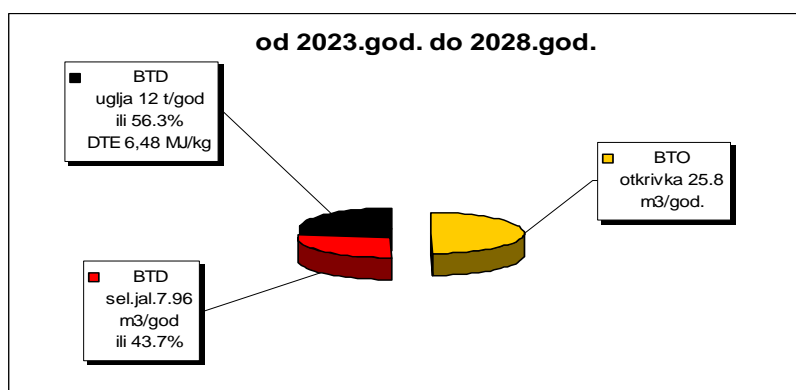
Slika 5.



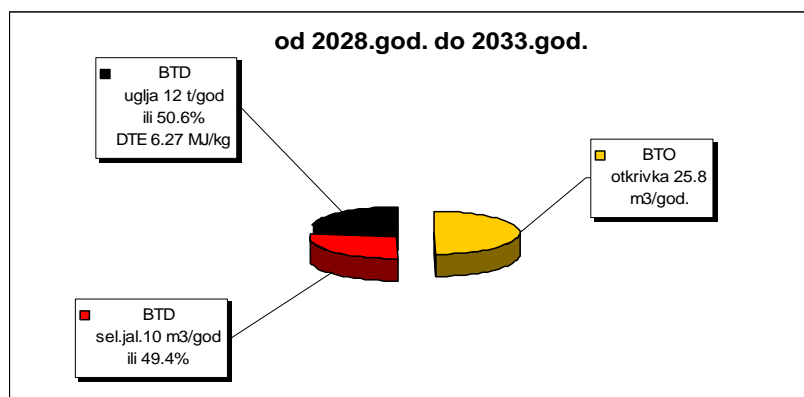
Slika 6.



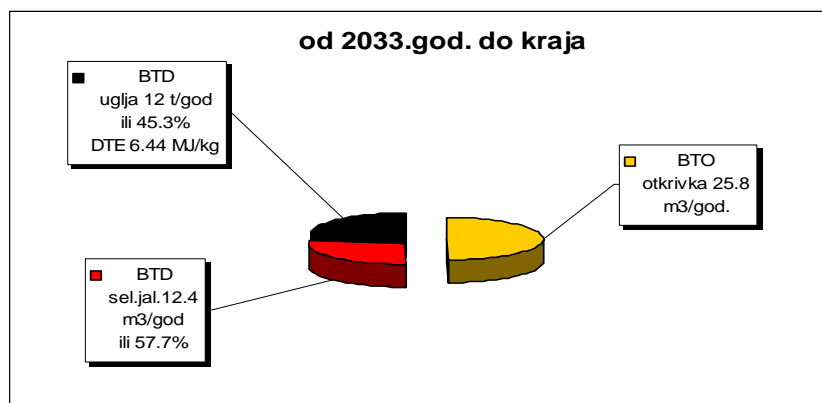
Slika 7.



Slika 8.



Slika 9.



Slika 10.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize, po petogodišnjim periodima, nameće se zaključak koliko BTO i BTD sistema mogu otkopati količina direktne otkrivke, selektivne jalovine i sigurnih 12 miliona tona uglja godišnje sa prosečnim DTE od oko 6.85 MJ/kg. U Tabeli 3. i u Tabeli 4. količine su date u milionoma m³ ili tona.

Tabela 3.

Godina		08.-13.	13.-18.	18.-23.	23.-28.	28.-33.	33.-
BTO	m ³	129	129	129	129	129	29.9
BTD	uglja t	60.0, 86%	60.0, 70%	60.0, 61%	60.0, 56%	60.0, 51%	60.0, 45%
	s.jal.m ³	8.8, 14%	22.5, 30%	33.7, 39%	40.1, 44%	50.2, 49%	71.8, 55%
	Σ m ³	60.1	73.8	85.0	91.4	101.5	130.6
DTE	MJ/kg	7.56	7.16	6.79	6.46	6.27	6.44

Prosečna proizvodnja po BTO i BTĐ sistemima na godišnjem nivou prikazana je u Tabeli 4.

Tabela 4.

Godina		08.-13.	13.-18.	18.-23.	23.-28.	28.-33.	33.-
BTO m ³		25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	29.9
BTĐ	uglja t	12	12	12	12	12	12
	s.jal.m ³	1.76	4.50	6.74	8.02	10.04	14.36
	Σ m ³	12.29	15.03	17.27	18.55	20.57	24.89

Analizom dobijenih rezultata može se videti da sa pomeranjem fronta otkopaanja uglja od severa ka jugu imamo promene uslova otkopavanja, kako po količinama međuslojne jalovine (koja se povećava) tako i po prosečnom kvalitetu uglja (koji opada). Povećanje međuslojne jalovine meže se prevazići nabavkom dodatne opreme, što je projektovano aktuelizacijom investicionog programa površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje.

Međutim, ako potrošač (kupac) traži da prosečan kvalitet uglja na godišnjem nivou bude od oko 7.25 MJ/kg ili 7.50 MJ/kg zahtev može biti ispunjen, ali se nameće pitanje eksploatacionih gubitaka (do 20%) i regularnog upravljanja državnim resursima. Homogenizacija uglja će pomoći da eksploatacioni gubici budu na projektovanom nivou i delimično zadovoljen potrošač (kupac). U zadnjih petnaest godina životnog veka kopa kvalitet uglja moraće se rešavati otkopavanjem i mešanjem uglja boljeg kvaliteta sa drugog kopa. U tu svrhu moraju se planirati i sačuvati kvalitetniji delovi Kolubarskog ugljonosnog basena za ove potrebe.

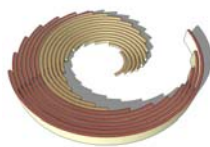
Literatura

1. Popović N., (1985), *Naučne osnove projektovanja površinskih kopova*, Sarajevo
2. Elaborat o rezervama Tamnava-Zapadno Polje, Lazarevac 2004
3. Investicioni program izgradnje površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje, Lazarevac, 1985
4. Dokumentacija DPE i DSI, Beograd

IX MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
O POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

OMC 2010

Vrnjačka Banja, 20-23. oktobar 2010.
ISBN: 978-86-83497-15-7



IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC
OPENCAST MINING CONFERENCE

OMC 2010

Vrnjacka Banja, 20-23 October 2010
ISBN: 978-86-83497-15-7

ODRŽIVA STRATEGIJA UPRAVLJANJA MINERALNO- SIROVINSKIM KOMPLEKSOM REPUBLIKE SRBIJE

SUSTAINABLE MINERALS POLICY OF REPUBLIC OF SERBIA

Pavlović V.¹, Kolonja B.², Ilić M.³, Milanović R.⁴

Apstrakt

Strateško upravljanje mineralno-sirovinskim kompleksom programski i konceptijski obuhvata održivi razvoj. U tom kontekstu mineralnim resursima je neophodno dati značaj koje one objektivno imaju u odnosu na njihovu neobnovljivost i prirodnu lokaciju, kao i bazni značaj za nacionalne potrebe, celokupni privredni razvoj i društveno blagostanje.

Abstract

By programe and concept strategic management of mineral raw complex includes sustainable development. In that context, it is necessary for mineral resources to be given the importance that they objectively have in relation to their location and natural nonrenewability, as well as basic importance for national needs, overall economic development and social welfare.

¹ Prof. dr Vladimir Pavlović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

² Prof. dr Božo Kolonja, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

³ Prof. dr Miloje Ilić, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, Beograd

⁴ mr Radivoje Milanović, JP Elektroprivreda Srbije, Vojvode Stepe 412, Beograd

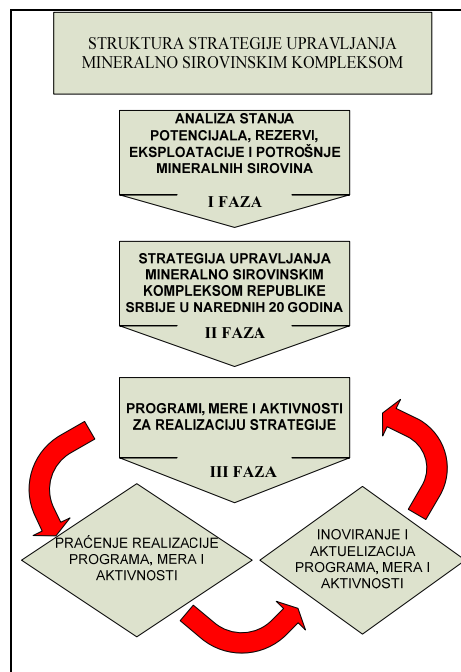
1. UVOD

Eksploatacija rudnog bogatstva, odnosno mineralnih sirovina, nedvosmisleno je *nužan preduslov* civilizacije kakva danas postoji i funkcioniše. U kontekstu prevladavajuće želje za daljim rastom standarda življenja, koji između ostalog zahteva sve veće količine mineralnih sirovina, rudarska delatnost nije stvar izbora nego neminovnost. Mogućnost izbora nudi se tek pri određivanju modaliteta, odnosno, načina na koji će se taj *nužan preduslov* normalnog funkcionisanja današnjeg društva osigurati uvažavajući sve aspekte održivog razvoja. Takođe, eksploatacija mineralnih sirovina sve je više određena rastućim senzibilitetom za vrednost očuvane životne sredine kao jednim od najvažnijih aspekata održivog razvoja. Sa tim u vezi, sve su stroži kriterijumi prihvatljivosti delatnosti eksploatacije obzirom na njen uticaj na životnu sredinu, odnosno, ekologiju ukupno.

2. STRATEŠKO PLANIRANJE - RAZVOJ STRATEGIJE UPRAVLJANJA MINERALNO-SIROVINSKIM KOMPLEKSOM

Danas, svetska i evropska rudarska praksa u najvažnije od svojih prioriteta nesumnjivo stavlja održivi razvoj rudarske delatnosti, koji podrazumeva uravnoteženi odnos ekonomske, ekološke i sociološke komponente.

Standardni odgovor rudarske delatnosti na zahteve održivog razvoja je *racionalno upravljanje* mineralnim sirovinama kao *jedinim neobnovljivim resursom* u kontekstu održivog upravljanja celokupnim prostorom sa svim njegovim komponentama. Osnovni cilj održivog upravljanja je zadovoljenje potreba za sirovinama, uz stalno nastojanje da prirodno uslovljeno locirana rudarska delatnost istovremeno bude pozitivni činilac, obzirom na njen ukupni uticaj na životnu okolinu, stanovništvo i druge sadržaje u prostoru. Održivi razvoj rudarske delatnosti baziran je na kompleksnom planiranju upravljanjem mineralno sirovinskim kompleksom kroz strateški dokument. Ovaj strateški dokument je proizvod razvoja strategije upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom i ima strukturu prikazanu na Slici 1.



Slika 1. Struktura Strategije upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom

Kako se sa slike vidi, izrada strategije upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom je višefazni proces gde na bazi situacione analize (analize postojećeg stanja), (I faza) treba definisati realne strateške ciljeve (II faza) koji će se realizovati skupom mera, programa i aktivnosti (III faza).

3. SITUACIONA ANALIZA - I FAZA IZRADE STRATEGIJE

Ad hoc analiza postojećeg stanja upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom omogućila je vrlo korisnu *dijagnostiku* niza problema, od kojih treba izdvojiti sledeće kao značajnije:

Komunikacija među zainteresovanim stranama, koje bi kroz saradnju trebale osmisliti i dogovoriti program upravljanja mineralnim resursima uglavnom ili ne postoji ili je na najnižem intenzitetu službenog nivoa. Ovo je problem institucionalnog okvira.

Drugi, takođe veliki problem je nepostojanje ili nemogućnost formiranja validnih podataka vezanih za rezultate ranije vršenih geoloških istraživanja, postojećih geoloških istraživanja ili pak o proizvodnim kapacitetima pojedinih poslovnih subjekata. Podaci nisu sistematizovani na način da se istim može upravljati. Ovo je problem nepostojanja sveobuhvatnog integrisanog informacionog sistema o geološkim istraživanjima, eksploataciji, o firmama koje se bave istraživanjima, firmama koje se bave eksploatacijom i preradom mineralnih sirovina, obrazovnim, obrazovnim profilima u oblasti istraživanja, eksploatacije i prerade i tako dalje. Celovit informacioni sistem svakako bi pomogao u rešavanju ovih problema.

Konačno, poslednji utisak koji se nametnuo tokom ad-hoc analize je da rudarski sektor karakteriše relativno visok stepen zakonske neusklađenosti ili pak ne primenjivanja zakonskih rešenja. To zajedno dovodi i do pojave nelegalne eksploatacije mineralnih sirovina, manje efektivnosti i efikasnosti sektora i ugrožavanja životne sredine. Dodatno, nemogućnost sektorskog planiranja i upravljanja, posebno izraženih preko problema raseljavanja i eksproprijacije uz ugroženi održivi razvoj, dovodi i do nezadovoljstva svih zainteresovanih strana. Posledica ovog je očigledno i neodgovarajući i neusklađeni institucionalni okvir.

Kvalitet određene zakonske regulative najbolje odražava stanje u regulisanoj oblasti. Nažalost, za oblast rudarstva i geologije postoje brojne primedbe javnosti i učesnika u rudarskoj delatnosti.

Neadekvatno definisan status mineralnih sirovina nosi sa sobom obezvređivanje ležišta mineralnih sirovina neplanskim zahvatima u prostoru, monopolske statusa, narušavanje pravila struke, neadekvatan tretman mineralnih sirovina u svim vidovima dokumentacije o prostoru, lošu sliku rudarske delatnosti u javnosti, pojavu nelegalne eksploatacije mineralnih sirovina.

Zakonsku regulativu u oblasti rudarstva moguće je ocenjivati i na bazi poređenja sa srodnim regulativnim oblastima. Rudarska legislativa se može uporediti sa legislativom o vodama, šumama i poljoprivrednom zemljištu, jer im je predmet srodan.

Naime, sve su to prirodni resursi, kao i mineralne sirovine sa jednom bitnom razlikom da su mineralne sirovine *jedini neobnovljivi prirodni resurs čiji se lokalitet ne može menjati*. Osim toga, u praksi se interes za eksploatacijom mineralnih sirovina najčešće sukobljava sa oborivim interesima zaštite navedenih resursa. Već na prvi pogled uočljiva je bitna razlika između intencija zakonske regulative iz oblasti rudarstva, koja je pretežno usmerena na odvijanje privredne delatnosti, i to najvećim delom na njen tehnički aspekt, dok regulativa drugih srodnih oblasti u žižu interesa stavlja osnove upravljanja resursom, zatim zaštitu resursa, finansiranje vezano za resurs i na samom kraju privrednu delatnost.

Na kraju može se zaključiti da zakonska regulativa mora da da mogućnost afirmacije većine državnih, lokalnih, privrednih i pojedinačnih interesa, što u oblasti rudarstva sada nije slučaj.

Postojećom zakonskom regulativom za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina institucionalno je vezano kroz davanje dozvola i saglasnosti Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, odnosno, nadležna vodoprivredna organizacija u sklopu JP Srbijavode i nadležna šumska uprava u sklopu JP Srbijašume, Nadležno Ministarstvo zaštite životne sredine i na kraju Ministarstvo kulture, odnosno nadležni Zavod za zaštitu spomenika kulture.

Ovakvo rešenje ne samo da usložnjava i vremenski produžava proceduru već ostavlja niz mogućnosti svakom akteru u proceduri da neosnovano zaustavi proces, bez obzira da li se radi o zloupotrebi ili se radi o nepoznavanju prostornih činjenica i strateškog civilizacijskog značaja mineralnih sirovina.

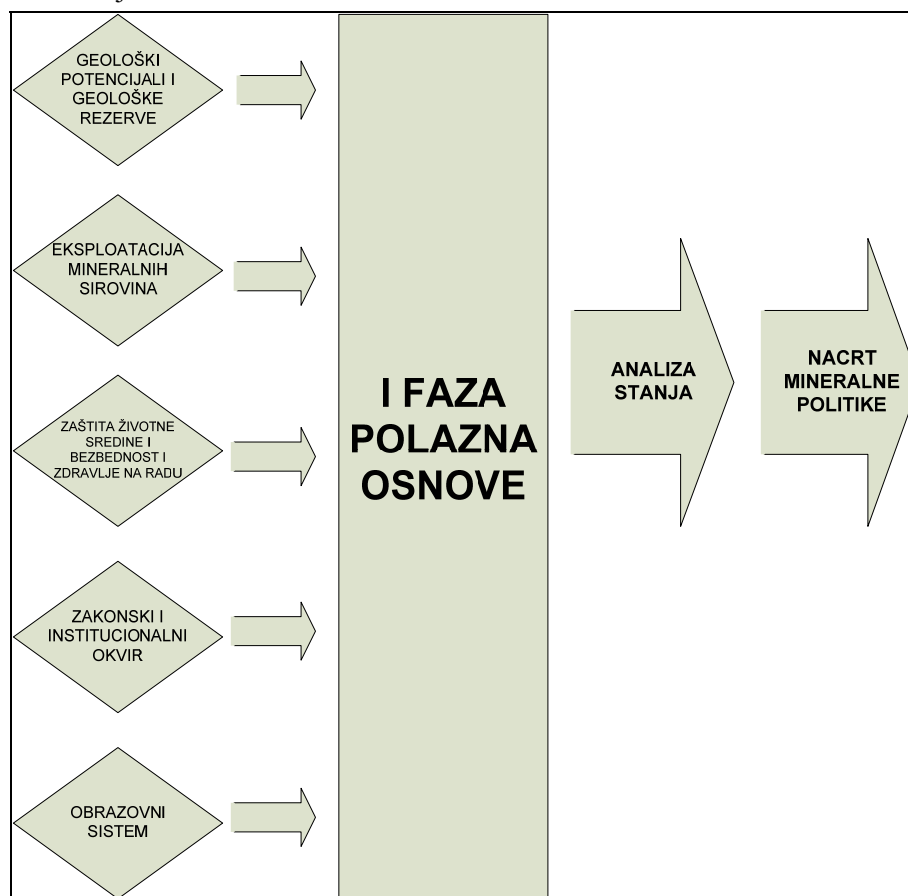
Zakonska regulativa i institucionalni okvir u Srbiji, kada se govori o istraživanju i eksploataciji mineralnih sirovina ne samo da ne uređuju oblast već često obeshrabruju potencijalne domaće i strane investitore.

Već na prvi pogled, na bazi ad-hoc situacione analize, uočeni su značajni problemi koji devalviraju mineralne sirovine kao resurs ali i sve delatnosti koje su vezane za mineralne sirovine počev od geoloških istraživanja, preko eksploatacije, prerade, zaštite životne sredine i tako dalje.

Kao prvi korak u izradi Strategije upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom (I faza), potrebno je izvršiti detaljnu situacionu analizu kojom se utvrđuje postojeće stanje:

- geoloških potencijala i geoloških rezervi nemetaličnih i metaličnih mineralnih sirovina, čvrstih, tečnih i gasovitih energetskih sirovina i podzemnih voda i hidrotermalne energije;
- eksploatacije mineralnih sirovina;
- zaštite životne sredine i bezbednosti i zdravlja na radu;
- zakonskog i institucionalnog okvira i
- obrazovnog sistema.

Na Slici 2. prikazan je proces I faze, odnosno, situacione analize i izrade polaznih osnova za Strategiju upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom Republike Srbije.



Slika 2. Procesni tok situacione analize za izradu Strategije

Na bazi detaljne situacione analize, odnosno analize postojećeg stanja kao output iz ove faze treba da proistekne nacrt mineralne politike koji je praktično okvir i input za fazu definisanja Strategije upravljanja mineralno – sirovinskim kompleksom (II faza).

4. ZAKLJUČAK

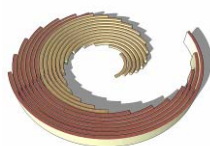
U I fazi izrade strateškog dokumenta treba da se prikupe, analiziraju i prezentuju podaci i informacije relevantne za odlučivanje, počevši od podataka o postojećim mineralnim resursima, zakonskom okviru, institucionalnom okviru, relevantnim akterima i zainteresovanim stranama, do podataka o trenutnom stanju eksploatacije, njenom uticaju na okolinu, kao i ekonomskom i socialnom značaju.

Konačno, budući da se okolnosti relevantne za određivanje optimalnih politika upravljanja menjaju u vremenu, strateški dokument u potpunosti postiže svoj cilj, ako posluži da se na njegovim osnovama, kroz vreme, uspostavi sistem održivog upravljanja rudarskim sektorom i mineralnim sirovinama Republike Srbije. Tek uspostavljanje delotvornog sistema, koji prepoznaje, uvažava i uključuje sve relevantne aktere i zainteresovane strane, omogućava da mineralne sirovine, kao veoma vredan i neobnovljiv resurs, od onoga što trenutno često jeste - izvor problema, konflikata i frustracija, postane ono što objektivno može da bude - strateški značajan element celokupnog, skladnog održivog razvoja države.

Strategija upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom konceptualno je osmišljena kao nacionalna strategija i treba da bude sastavni deo celokupne Strategije privrednog razvoja Republike Srbije.

Literatura

1. Committee of Ministers to Member States, (2002), *Recommendation on Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent*
2. Department of Mining and Tunneling, University of Leoben, Austria (2004), *Mineral Planning Policies and Supply Practices in Europe*, Commissioned by the European, Commission Enterprise Directorate
3. European Technology Platform on Sustainable Mineral Resources, (2009), *Strategic Research Agenda for basic and applied research, development work and innovations*, Revision 2
4. Improving framework conditions for extracting minerals for the EU, Exchanging best practice on land use planing, permitting and geological knowledge sharing
5. Pavlović V, Kukrika M., (2009), *Strateški razvoj basena uglja sa površinskom eksploatacijom*, Zbornik radova VIII Međunarodne konferencije NEMETALI 2009, Banja Vrujci



TEHNIKA, TEHNOLOGIJA IZRADE I MOGUĆNOST PRIMENE TIPOVA EKRANA

TECHNIC, TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION AND POSSIBILITY OF SLURRY WALL APPLICATION

Pavlović V.¹, Šubaranović T.², Prokić S.³

Apstrakt

Ekološki zahtevi i hidrogeološki, sve složenija radna sredina površinskih kopova, uslovljavaju sve češću primenu ekrana za zaštitu od podzemnih voda, bez obzira na znatna ulaganja koja su neophodna za njihovu realizaciju. U radu je dat današnji presek stanja tehnike, tehnologije izrade i mogućnosti primene tipova ekrana u odnosu na geomehničke i hidrogeološke karakteristike materijala radne sredine površinskih kopova, sa konkretnim primerima izvedenih ekrana u svetu i kod nas.

Ključne reči: *Odvodnjavanje, površinski kop, ekran, podzemne vode*

Abstract

Ecological and hydrogeological demands, even complex working environment of open pit mines, conditions more frequent use of slurry walls for protection from groundwater intrusion, regardless of the significant investments that are required for their implementation. Paper presents today's highlights of engineering, technology development and application possibilities types of screens compared to geomechanical and hydrogeological material characteristics of open pit mine working environment, with concrete examples of created slurry walls in country and abroad.

Keywords: *Drainage, openpit mining, screen, groundwater*

¹ Prof. dr Vladimir Pavlović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7

² mr Tomislav Šubaranović, dipl. inž., Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7

³ Svetomir Prokić, dipl. inž., EFT-Group Company, Beograd

1. UVOD

Površinski kopovi (naročito lignita) se najčešće otvaraju u blizini stalnih, ili povremenih površinskih tokova, koji ne samo da prete poplavom, već se, u slučajevima kada se nalaze u aluvionima ili sredinama koje omogućavaju intenzivnu hidrauličku vezu između tih tokova i radne zone površinskog kopa, infiltriraju u površinski kop stvarajući velike tehnološke probleme.

Najuspešniji način presecanja toka podzemnih voda od izvora napajanja prema površinskom kopu je izradom ekrana. Ekran pruža pouzdanu zaštitu od podzemnih voda, sprečava mineralizaciju voda koje su u pravcu izvora napajanja i smanjuje negativan uticaj depresije.

Međutim, ekrani zahtevaju posebne uslove pri izradi, specijalnu tehnologiju i mehanizaciju, a i sredstva za njihovu izradu značajnije učestvuju u ukupnoj investicionoj strukturi otvaranja i razvoja jednog površinskog kopa.

2. TEHNOLOGIJA IZRADE EKRANA

Tehnologije koje se najčešće upotrebljavaju za zaštitu površinskih kopova u svetu su: tehnologija izrade ekrana sa usekom i zapunom i tehnologija izrade ekrana kroz bušotine injektiranjem.

2.1. Tehnika i tehnologija izrade ekrana sa usekom i zapunom

Tehnologija izrade ekrana sa usekom i zapunom je najčešće primenjivana tehnologija u površinskoj eksploataciji. U principu su, kod ove tehnologije, prisutne dve osnovne operacije: prva, koja obuhvata izradu uskog, a dubokog useka i druga u kojoj se vrši zapunjavanje tog useka. Ekrani izrađeni ovom tehnologijom su se pokazali otpornim na visoke hidrauličke gradijente. Debljine ekrana se kreću između 0.6 i 1.5 m, a realizovana vodopropustljivost im iznosi oko 10^{-9} m/s. U Evropi se cementno-bentonitskoj smesi dodaje granulirana šljaka iz visokih peći (GGBS - Ground Granulated Blastfurnace Slag) radi pospešivanja vodonepropustljivosti. U Americi se taj tip šljake ne dodaje cementu, pa su tamo tipične vodonepropustljivosti od oko 10^{-7} m/s.

Izrada useka ekrana se može obavljati različitim mašinama silom kidanja ili rezanja. Izrada useka ekrana pomoću mašina sa grajferom kao radnim elementom vrši se u sredinama gde preovlađuje šljunak i krupnozrni pesak. Radi se o mašinama koje imaju radni elemenat sa velikom silom kidanja i kopanja i ojačanim posebnim zubima, čime se omogućava kidanje blokova po trasi ekrana širine i do 2 m. Rad grajfera se zasniva na zabijanju zuba u stenu i njegovim zatvaranjem. Dubina zabijanja je funkcija težine radnog organa grajfera i otpora stene koji se javlja u toku zabijanja, po već urađenom delu useka ispunjenog glinenom isplakom, što je analogno udarnom bušenju. Izgled tipova mašina sa grajferom prikazani su na Slici 1., dok su tipovi radnih elemenata grajfera prikazani na Slici 2.

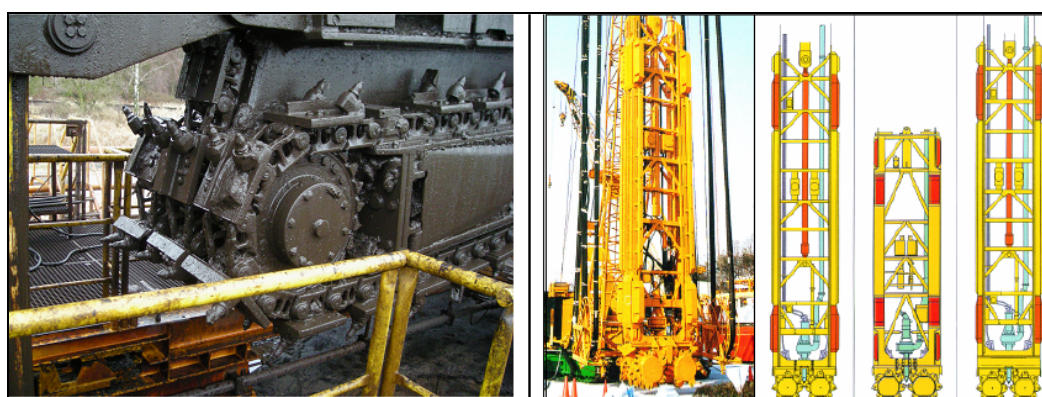
Freze kao radnim elementi na mašinama za kontinualno kopanje (rezanje) useka prikazani su na Slici 3.



Slika 1. Mašine sa grajferom



Slika 2. Izgled grajfera - radnog elementa za iskop useka pri izradi ekrana



Slika 3. Freze kao radni elementi za iskop useka rezanjem

Zapuna useka ekrana može biti različita, i to: glinena, bitumenska, cementno-bentonitska, sa folijama i kombinovana. Materijal od koga se izrađuje zapuna mora da zadovolji kriterijum vodonepropustljivosti, kriterijum duktilnosti i čvrstoće, kriterijum hemijske stabilnosti i otpornost i da ima dovoljnu gustinu da istisne isplaku koja se koristi za zaštitu iskopa rova.

Vodonepropustljivost se kontroliše na osnovu sledećih elemenata: vodocementni faktor, sadržaj bentonita, kao i redosled mešanja. U principu, recepturu za isplaku propisuje tehnolog na osnovu prethodno urađenih proba. Orijentaciono, isplake se prave od sledećih komponenti: bentonita 30-60 kg/m³, cementa 100-350 kg/m³ i vode 1,000 kg/m³.

Prema primenjenom odnosu komponenti, niži sadržaj bentonita proizvodi laku isplaku, niži sadržaj cementa proizvodi duktilniju očvrslu masu, dok visok procenat solida (bentonita i cementa) daje veću nepropusnost i hemijsku otpornost. Treba imati u vidu da je izuzetno teško postići ranu nepropustljivost od 10⁻⁹ m/s posle 28 dana, dok se 10⁻⁸ m/s, uz pažljiv rad, relativno lako postiže. Kako je vodonepropusnost vremenski zavisna, problem se može rešiti specifikovanjem nepropusnosti posle 3 meseca (to se u praksi uglavnom radi). Postizanje rane niske vodopropusnosti od 10⁻⁹ m/s (posle 28 dana), praćeno je snižavanjem naponsko-deformacijskih karakteristika očvrslе mase što, u ekstremnim slučajevima, može izazvati i pucanje ekrana. Iz tog razloga se uglavnom ide na specifikaciju propustljivosti posle 3 meseca (90 dana).

Minimalna deformacija pri lomu (duktilnost) ekrana bi trebalo da bude oko 5%. Računa se da će ekran svojom duktilnošću apsorbovati te deformacije ukoliko u tlu oko ekrana dođe do bilo kakvih pomeranja (do njih će sigurno doći, ako ni zbog čega drugog, ono zbog sušenja i kvašenja).

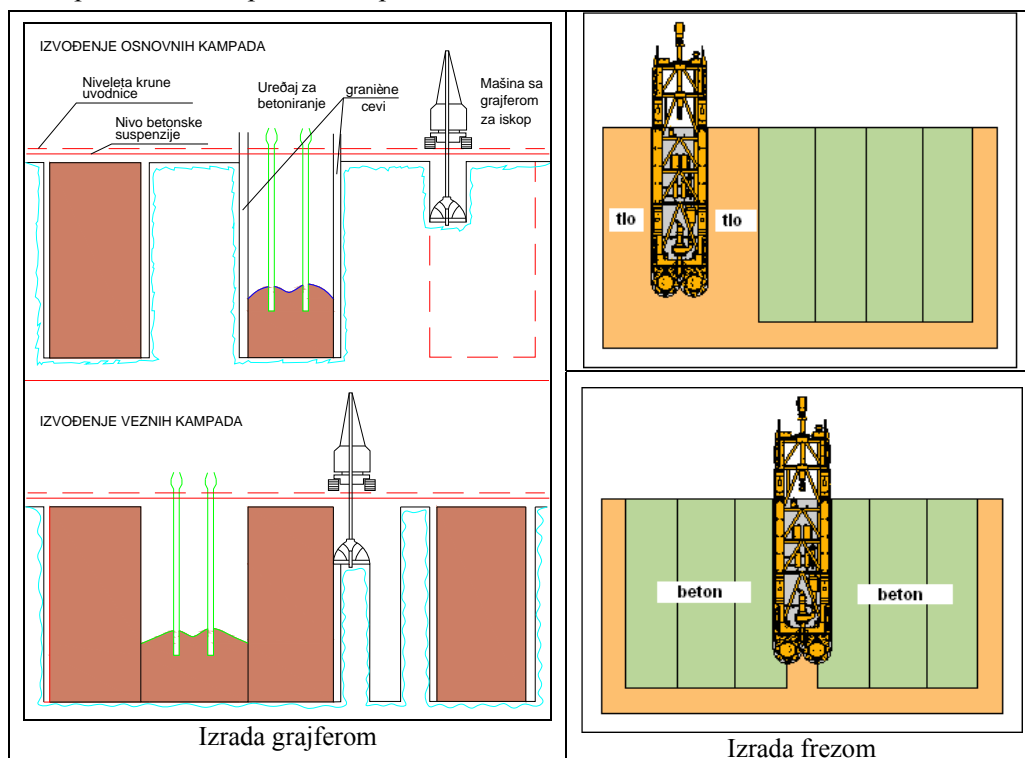
Ekran je u opštem slučaju podvrgnut i mehaničkom naprezanju, pa je neophodno proceniti i maksimalni napon koji se može javiti u ekranu (i odgovarajuće specifikovati materijal). Tipične čvrstoće (jednoaksijalne, nesprečene) očvrslог materijala isplake su između 100-1000 kPa. Treba imati u vidu da visoka duktilnost (deformacija pri lomu) obično znači i nisku čvrstoću (materijal ispune se više ponaša kao glina).

U slučaju primene ekrana po obodu površinskog kopa, najsvrsishodnije je uraditi FE analize kojima će se proceniti nivoi deformacija i opterećenja dijafragme za različite konfiguracije kopa i različite uslove opterećenja tla (nedrenirane, drenirane) i od toga napraviti anvelopu odgovora ekrana i mehaničkih uslova koje on mora da izdrži. Parametar bi u tom slučaju bio i udaljenost od ivice površinskog kopa, kao i debljina i dužina ekrana.

U vezi sa duktilnošću je i element ekrana koji se u projektantskoj praksi dosta često zanemaruje, a to je glinena pokrivka. Praksa je pokazala da bez ove pokrivke dolazi do intenzivnog pucanja površinskog sloja ekrana (pukotine mogu da idu i do 1 m u dubinu) i da to može kompromitovati ceo ekran. U vezi sa tim mora da se povede računa i o dubini podzemne vode, kao i potencijalu sušenja tokom sušnog perioda.

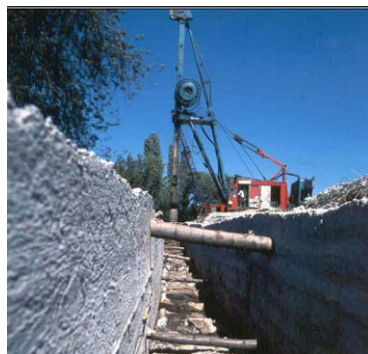
U pogledu geometrijskih elemenata i dimenzija ekrana neophodno je definisati sledeće elemente: debljinu ekrana, ukorenjavanje u vodonepropusni podinski sloj i dugoročni režim podzemnih voda unutar branjene zone.

Izgradnja ekrana je u uobičajenim radnim uslovima laka, a tehnologija jednostavna. Iskop useka i ugradnja zapune se izvodi u segmentima (kampadama), tako što se, u principu, prvo izvede osnovne kampade, a zatim sa izvesnim vremenskim pomakom vezne kampade i tako sukcesivno kompletira ekran (Slika 4.). Kampade se pre izvođenja ekrana markantno obeležavaju na betonskim uvođnicama. Za izvođenje ekrana se, kroz prethodno izrađene armirano betonske uvođnice, kopa usek potrebne širine i dubine (Slika 5.). Ako je vodonepropusni, onda se ekran ukorenjuje u vodonepropusnu podinu 0.5 m, pa se i usek kopa 0.5 m u podini.



Slika 4. Tehnologija kopanja i betoniranja pri izradi ekrana

Zidovi rova se održavaju (odnosno štite od obrušavanja) pod zaštitom bentonitske suspenzije isplake. Pri iskopu se u rov stalno dodaje suspenzija tako da se nivo suspenzije uvek održava iznad polovine visine uvođnica (Slika 6.). Suspenzija se priprema na licu mesta u specijalnim uređajima (muljačama). Za pripremu suspenzije se koristi bentonit i voda (obično iz obližnjeg bunara). Međusobni težinski odnos učešća bentonita i vode u suspenziji se određuje eksperimentalno, a cilj je dobijanje potrebne zapreminske težine.



*Slika 5. Uvodni kanal i grajfer
za izradu ekrana*



*Slika 6. Rov ispunjen
bentonitskom emulzijom*

Priprema zapune se obavlja u postrojenjima koja su obično postavljena na samom radilištu (Slika 7.).



Slika 7. Postrojenja za izradu zapune za ekrane

Ugradnja zapune u rov se obavlja podvodno kontraktorskim cevima sa uvodnim levkom, odmah nakon iskopa kampade i kada se konstatuje da je kampada korektno iskopana (Slika 8.). Priprema za ugradnju zapune podrazumeva da su na krajevima ugrađene granične cevi, što važi za osnovne kampade, kao i da su u kampadu postavljene i pripremljene kontraktorske cevi sa uvodnim levkom i priručnim zaptivkama za odvajanje betona ispune od bentonitske suspenzije.



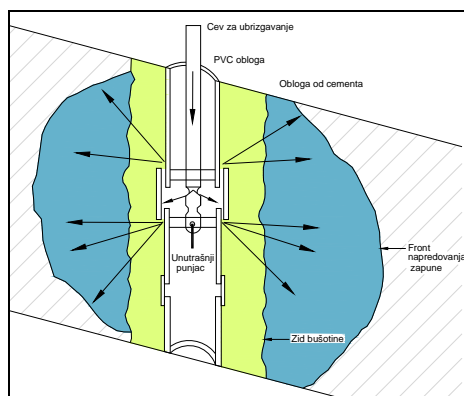
Slika 8. Ugradnja zapune u usek

Kontraktorske cevi su standardnog prečnika i montiraju se u kolonu potrebne dužine od segmenata dužine 1-2 m, tako da se u postupku betoniranja mogu povlačiti i skraćivati u skladu sa rastom nivoa betona.

2.2. Tehnika i tehnologija izrade ekrana injektiranjem

Izrada ekrana zaptivnim injektiranjem (permeation grouting)

Zahtevana vodonepropusnost peskova i sitnozrnih šljunkova se uglavnom može postići uz pomoć tehnike zaptivnog injektiranja (permeation groutinga) (Slika 9.). Ova tehnika se zasniva injektiranju injektione mase pod ustaljenim, relativno niskim pritiskom. Uobičajeno je da se za tu svrhu koristi metod tube-a-manchette, koji se sastoji iz bušotine i perforirane injektione PVC cevi. Perforacije su spolja zaštićene gumenim ili plastičnim klapnama koje omogućavaju kretanje fluida u jednom pravcu. Za izolaciju injektione tačke od ostatka injektione cevi se koristi sistem duplih pakera. Prednost sistema je u tome što omogućava reinjektiranje i popravku.



Slika 9. Prikaz injektiranja injektione mase kod zaptivnog injektiranja

Oprema za mlazno injektiranje prikazana je na Slici 10.



Slika 10. Oprema za mlazno injektiranje

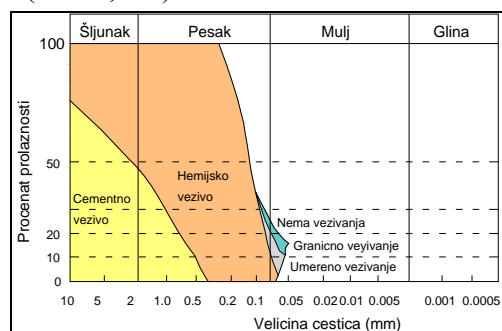
Parametre injektiranja (pritisak, proticaj i vreme injektiranja) je najbolje odrediti ispitivanjem „in situ“, pri čemu metod injektiranja omogućava određivanje propustljivosti tla neposredno pre početka procesa injektiranja. Pritisak injektiranja treba da bude dovoljno visok da istisne vodu iz pora, ali i dovoljno nizak da ne izazove hidraulički lom u tlu. Uobičajena je praksa je da se injektiranje počne sa pritiskom koji odgovara 0.1-0.2 bara po dubinskom metru injektione bušotine (znači, injektiranje na dubini od 16 m bi trebalo početi pri pritisku od 1.6 do 3.2 bara). Postupak injektiranja je uglavnom iterativan, a njegova regularnost se kontroliše dijagramima proticaja-pritiska u odnosu na vreme.

Projektovanje procesa se svodi na određivanje dispozicije primarnih, sekundarnih i tercijarnih injektionih bušotina, kao i na određivanje rastojanja injektionih tačaka. Ovo rastojanje se u praksi određuje pomoću jednostavnog modela koji su predložili Raffle and Greenwood (1961), mada njegove rezultate treba uzimati sa rezervom zbog prevelikih idealizacija. Praksa je pokazala da je optimalno rastojanje između 1.2 i 1.5 m. Kvalitet injektionne smese je određen sledećim bitnim parametrima:

- Viskoznošću (masa bi trebalo da ima što niži viskozitet, jer gusta masa zahteva manje rastojanje između injektionih tačaka i ne prodire u dubinu tla)
- Veličinom zrna smese (najkrupnije zrno bi trebalo da je oko 3-5 manje od najmanje veličine pora)
- Čvrstoćom
- Hemijskim sastavom podzemne vode (sulfati, itd.)

Na Slici 11., date su orijentacione vrste injektionih masa za zaptivno injektiranje u odnosu na vrstu tla koje se injektira.

Cementna veziva su na bazi običnog Portland cementa ili ultrafinog cementa, dok su hemijska na bazi vodenog stakla, akrilata, akrilamida i sl. To su uglavnom „proprietary“ smese koje se biraju na osnovu kvaliteta podzemne vode i zahtevanog veka trajanja

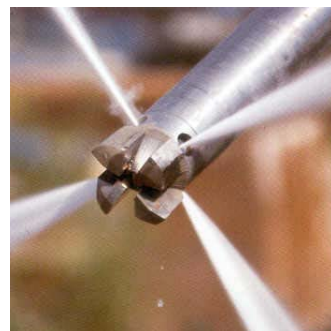


Slika 11. Orijentacioni sastav injektionne mase u odnosu na radnu sredinu

Izrada ekrana mlaznim injektiranjem (jet grouting)

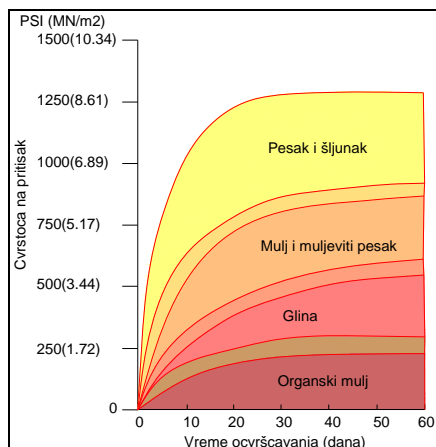
Jet grouting ili injektiranje mlazom se obično spominje kao prva alternativa klasičnim cementno-bentonitskim ekranima (Slika 12.). Sistem se zasniva na modifikovanju mehaničkih svojstava postojećeg tla koje se postiže erodiranjem i istovremenim injektiranjem tla. Injekciona masa je, uglavnom, na bazi Portland cementa, a dodaje se i bentonit kao i drugi specifični aditivi.

Materijal koji se proizvede injektiranjem se ponekad zove „soilcrete“ (slično kao „concrete“) i, njime se postižu čvrstoće, koja su data na Slici 13.

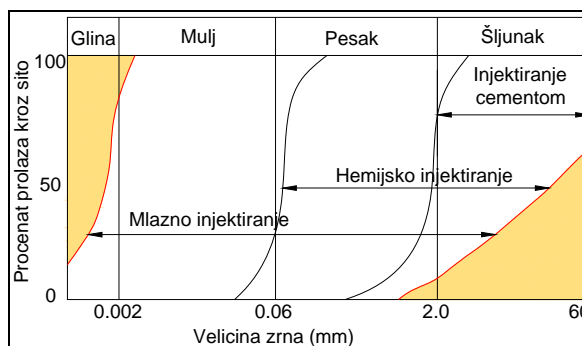


Slika 12. Prikaz mlaznice

Vrste tla u kome se mlazno injektiranje sa uspehom primenjuje (tj. domen primene) ilustrovane su na Slici 14. Najbolji rezultati se postižu u sitnozrnim peskovima.

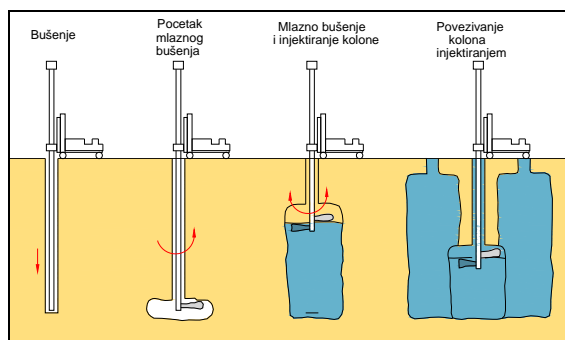


Slika 13. Čvrstoće barijere u zavisnosti od radne sredine i vremena očvršćavanja



Slika 14. Domen primene mlaznog injektiranja u odnosu na karakteristike radne sredine

Tehnološki postupak mlaznog injektiranja je ilustrovan na Slici 15., sa opisom u nastavku teksta.

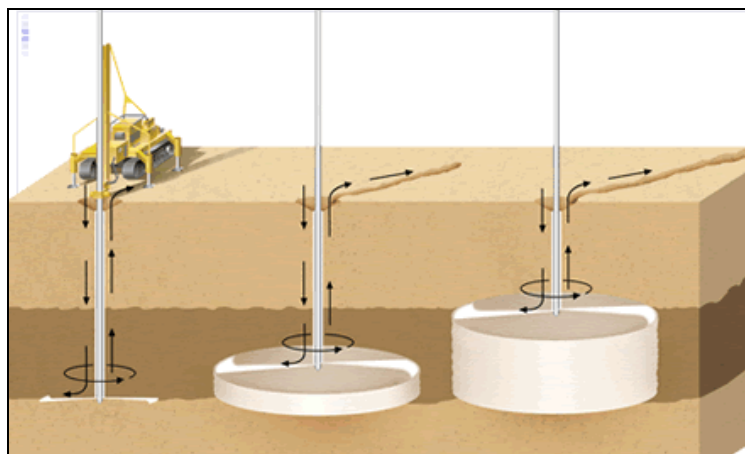


Slika 15. Tehnološki postupak mlaznog injektiranja

Kod sistema sa jednim mlazom (single jet system, JGS1) jedan mlaz i eroduje i injektira tlo. Ovaj sistem jeste jednostavan ali daje najmanje prečnike tretiranog tla (400-800 mm u glinovitom i prašinastom tlu, odnosno, 500-1,200 mm u peskovitom i šljunkovitom tlu). Dobre strane su mu što, generalno, proizvodi „soilcrete“ najveće čvrstoće, najmanji gubitak iz bušotine i najveće zbijanje okolnog tla (zbijanje je direktna posledica erozije - rastresanja radne sredine). Tipičan „injection rate“ je oko 500 l/min, a injekcione pumpe moraju da obezbede kontinuiran pritisak od 600 bara tokom vremena koje je potrebno da se injektira rupa (oko 1-2 h).

Sistem sa dva mlaza (double jet system, JGS2) se zasniva na istovremenom pumpanju i injekcije mase i komprimovanog vazduha kroz jedan mlaznik. Primena vazduha sistem rezultuje prečnike koju su 2-3 puta veći od JGS1, ali ima veliku manu u primeni gde je vodonepropusnost u prvom planu: visok sadržaj vazduha, dakle i pora u očvrstloj masi.

Sistem sa tri mlaza (triple jet system, JGS3) je najbolji sistem (Slika 16.). Vazduh i voda se ubacuju kroz jedan mlaznik, a injekciona smesa kroz drugi, koji je obično smešten ispod prvog. U principu, vazduh i voda seku, eroduju tlo pa se injekciona smesa ubacuje pod znatno nižim pritiskom nego u slučaju JGS1/2 (naravno, voda je pod visokim pritiskom kao i injekciona masa kod JGS1). Ovaj sistem proizvodi naveće prečnike tretiranog tla: od 500-3000 mm (neki izvođači tvrde da su postizali i prečnike od 5 m, sa tim što ovo treba uzimati sa ozbiljnom rezervom, mada je moguće da su u pitanju bili neki erodibilni peskovi). Veoma vešti izvođači mogu uz pomoć ovog sistema da izvrše i potpunu zamenu tla (što je korisno ukoliko postoje proslojci organskog materijala ili sl.). Ovaj sistem je najbolji i za pravljenje kade (slab, horizontalne barijere).



Slika 16. Mlazno injektiranje - prikaz opreme i rasporeda bušotina

Osnovni parametri mlaznog injektiranja su:

- Brzina izvlačenja šipki (broj koraka, 1 korak je oko 5 cm);
- Brzina rotacije šipki (najmanje 1, poželjno 2 kruga po koraku);
- Vodocementni faktor (1:0.8 - 1:1.5 zavisi od pumpabilnosti, zahtevane čvrstoće, nepropusnosti, NPV u tlu);
- Prečnik mlaznice za injekcionu masu i vazduh/vodu kod sistema sa tri mlaza;
- Pritisak injekcione mase, vazduha (kod sistema sa dva i tri mlaza) i vode (kod sistema sa tri mlaza);
- Protoci svih fluida.

Vrednosti svih ovih parametara se, u principu, određuju na terenu, na osnovu probnih polja. Probna polja (obično 4-5 njih) se, u principu, sastoje od 3-4 stuba po polju. Svako polje je izrađeno na osnovu jedinstvene kombinacije gornjih parametara. Posle očvršćavanja (vreme očvršćavanja je još jedan parametar), plići delovi stubova se otkopavaju, a dublji se buše, uzorkuju i ispituju u laboratoriji. Iskustvo je pokazalo da formiranje sredine sa propustljivošću od 10^{-9} m/s ne bi trebalo da bude problem.

3. PRIMERI IZRADE EKRANA

U našoj zemlji do sada su korišćene tehnologije izrade ekrana usekom i zapunom kao i injektiranjem.

Površinski kop Drmno

Teren na površinskom kopu Drmno izgrađuju ukupno šest inženjersko-geoloških kompleksa koji po svojim geomehaničkim i fizičko-mehaničkim karakteristikama predstavljaju celine u geološkoj građi terena: les i barski les, šljunak, pesak, povlatne peskovite gline, ugalj i podinske gline. Inženjersko-geološke karakteristike navedenih kavzihomogenih zona su dati u Tabeli 1.

Tabela 1.

Kvazihomogena zona	Zapreminska težina (kN/m ³)	Kohezija (kN/m ²)	Ugao unutrašnjeg trenja (°)
Les	18.1	50.00	22.75
Šljunak	21.0	1.31	33.72
Pesak	20.0	0.00-5.00	27.17-32.66
Povlatne peskovite gline	18.6	37.00	19.83
Ugalj	10.8-19.0	94.00-3881.00	22.47-70.32
Podinske gline	18.5	5.00-69.00	18.25

Ležište uglja Drmno svrstava se u red hidrogeološki složenih ležišta u kome je eksploatacija uglja u velikoj meri uslovljena i otežana prisustvom voda u krovinskim naslagama. Stenske mase na ležištu Drmno se, na osnovu vrednosti parametra vodopropusnosti, dele na stenske mase sa funkcijom hidrogeološkog kolektora ili hidrogeološkog izolatora, odnosno, stenske mase u kojima se formira izdan i na vodonepropusne stenske mase.

Hidrogeološke kolektore predstavljaju: izdan formirana u aluvionu reka Mlave i Dunava, izdan u lesu, izdan formirana u šljunkovima i peskovima (Drmnska izdan), izdan u peskovito-prašinastim naslagama povlate III ugljenog sloja i izdan u peskovito-prašinastim naslagama u podini III ugljenog sloja.

U vodonepropusne stenske mase ubrajaju se barski les i sugline Mlave i Dunava, zatim gline u neposrednoj podini i povlati uglja kao i II i III ugljeni sloj.

Hidrogeološki parametri izdani i vodonepropusnih stenskih masa u ležištu Drmno dati su u Tabeli 2.

Na površinskom kopu Drmno, da bi se sprečila infiltracija voda iz reke Mlave u kop, izrađen je vodonepropusni ekran dužine 2,832 m. Izabrana je cementno-bentonitska zapuna na bazi CBR (cement-bentonit-retarder). Ekran je donjim delom usečen u glinu, ili ugalj, kao hidrogeološkim izolatorima. Uklještenje iznosi od 1 do 1.5 m, a dubina ekrana varira, zavisno od položaja prisutnih hidrogeoloških kolektora i izolatora u terenu i kreće se između 12 i 30 m. Debljina ekrana je 0.6 m.

Tabela 2.

Sredina	Debljina (m)	Koef. filtracije (m/s)	Koef. transm. (m ² /s)	Spec. izdašnost
Izdan u aluvioni reka Mlave i Dunava	0.5-30	$9.5 \cdot 10^{-5} - 1.6 \cdot 10^{-2}$	$6.8 \cdot 10^{-6} - 1.6 \cdot 10^{-1}$	0.032-0.32
Izdan u lesu	1-40	$1.4 \cdot 10^{-9} - 2.7 \cdot 10^{-5}$	-	-
Izdan u šljunkovima i peskovima	5-125	$2.7 \cdot 10^{-7} - 1.8 \cdot 10^{-3}$	$8.8 \cdot 10^{-9} - 1.1 \cdot 10^{-3}$	0.04-0.22
Izdan u peskovito-prašinstim naslagama u povlati III US	do 45	$1.4 \cdot 10^{-8} - 9.0 \cdot 10^{-6}$	$4.2 \cdot 10^{-8} - 2.7 \cdot 10^{-5}$	0.03-0.05
Izdan u peskovito-prašinstim naslagama u podini III US	3-5	$1.5 \cdot 10^{-6} - 1.9 \cdot 10^{-4}$	$4.5 \cdot 10^{-6} - 9.5 \cdot 10^{-4}$	0.05-0.08
Barski les	2	$4.1 \cdot 10^{-11} - 2.5 \cdot 10^{-8}$	-	-

Na osnovu svih izloženih uslova i tehničkih mogućnosti izabran je, za izradu useka za ekran, bager opremljen hidrauličkim grabilicama na krutoj teleskopskoj šipki. To su bili bageri tipa LINK BELLT model LS 108 B, a odgovarajuća rekonstrukcija je realizovana u firmi Casagrande. Predviđena tehnologija dozvoljavala je rad na više mesta, odnosno, sa više napadnih tačaka, naravno uz kvalitetno geodetsko određivanje položaja kampada. Uz neprekidni rad linija bunara u okruženju efekti odvodnjavanja površinskog kopa sa ekranom su bili dobri.

Za razvoj površinskog kopa Drmno na godišnji kapacitet od $12 \cdot 10^6$ tona uglja, Glavnim rudarskim projektom je predviđena izrada cementno-bentonitskog ekrana dužine 12,819 m, maksimalne dubine oko 62 m sa 8 deonica (Tabela 3.), uz ispunjenje sledećih uslova: koeficijent filtracije od 10^{-8} sm/s, čvrstoću na pritisak od 0.5 do 1 MPa i modul elastičnosti od 2 do 5 GPa.

Tabela 3. Dimenzije projektovanog ekrana na površinskom kopu Drmno

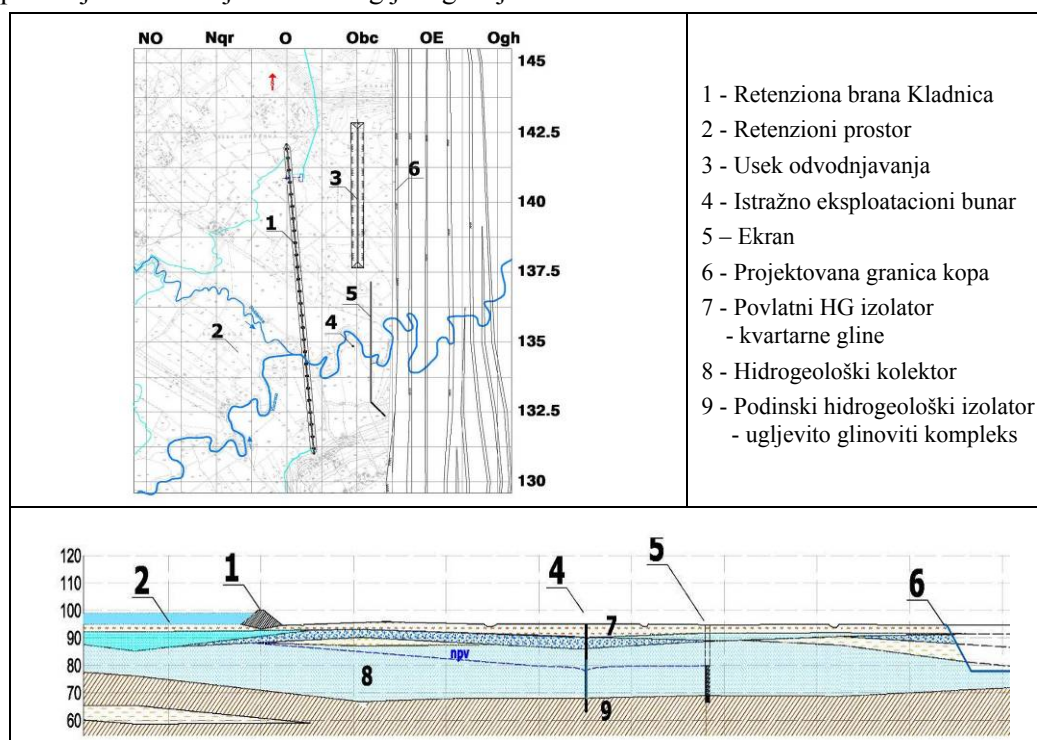
Deonica	Dužina deonice (m)	Prognozna dubina (m)			Prognozna površina deonice (m ²)
		Min	Max	Srednja	
1-2	1,506	19.90	40.00	27.75	41,500
2-3	1,977	19.80	61.80	35.97	68,300
3-4	1,100	19.80	34.00	29.53	32,700
4-5	555	29.30	39.50	33.70	18,400
5-6	2,590	21.30	48.70	31.30	78,200
6-7	1,586	21.40	54.50	42.90	68,800
7-8	2,233	27.6	52.00	37.60	84,000
8-9	1,272	14.80	46.70	19.90	33,000
Укупно	12,819	14.80	61.80	32.33	424,900

Površinski kop Tamnava-Zapadno Polje

Na osnovu rezultata dopunskih istraživanja definisana je geološka građa terena na lokacijama predviđenim za izradu drenažnih objekata. Na celom području istražnog prostora, odnosno prostora na kome treba da budu locirani drenažni objekti, na površini terena su zastupljene kvartarne gline, prosečne debljine oko 4 m.

U podini ovih glina, na celom području, se nalaze kvartarni šljunkovi i peskovi, prosečne debljine oko 3.5 m. U severnom delu, u zoni rova odvodnjavanja, dominira šljunkovita frakcija, dok se idući ka jugu, zoni zaptivne dijafragme povećava prisustvo peskovite frakcije. Podinu kvartara sačinjavaju gornje pontski sedimenti, prosečne debljine oko 21.6 m. U severnom delu područja, u zoni rova odvodnjavanja, podinu kvartara sačinjavaju alevritsko glinoviti sedimenti, koji su zastupljeni celom debljinom gornje pontskih sedimenata.

U centralnom delu, u zoni ekrana, podinu kvartara sačinjavaju sitno, do srednjezrni peskovi, a koji su ostvarili direktnu hidrauličku vezu. U ovoj zoni nema prisustva sitnije frakcije tako da debljina ovih peskova iznosi i do 21.6 m. Južno od prostora ekrana se u podini kvartarnih sedimenata nalaze alevriti, a ispod njih peskovi. Podinu peskova i alevrita čini kompleks ugljeva i ugljevitih glina i ujedno predstavlja donju granicu područja istraživanja. Dubina ugljenog sloja varira između 20 i 30 m.



Slika 17. Šematski prikaz užeg prostora modela

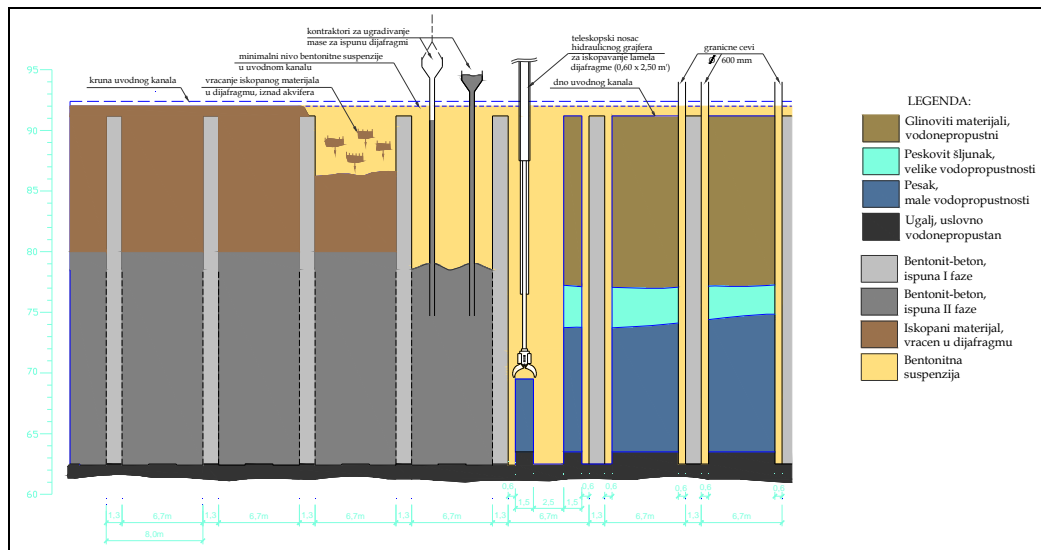
Vrednosti koeficijenata filtracije kvazihomogenih zona date su u Tabeli 4.

Tabela 4. Koeficijenti filtracije

Zone	1p i 1s	1g	3p	3a i 3g	Ugalj
K (m/s)	$5 \cdot 10^{-3}$	$2.5 \cdot 10^{-7}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-9}$

Za zaštitu površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje od podzemnih voda, iz dela aluviona reke Kladnice sa zapadne strane, je izrađen usek odvodnjavanja, sistem bunara i ekran. Položaj ovih objekata je prikazan na Slici 17. Ekran preseca hidrogeološki kolektor i predstavlja fizičku barijeru za prodor podzemnih vode ka radnoj etaži (zapadnoj kosini površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje u zoni aluviona reke Kladnice). Ekran predstavlja podzemnu branu i funduran je na uglju, a predviđeno je da kruna ekrana bude iznad nivoa podzemne vode (koju kontrolišu bunari) uzvodno od nje. Telo ekrana prolazi kroz pontske peskove.

Nivo podzemne vode uzvodno od brane je direktno uslovljen radom bunara uzvodno od ekrana. Ekran je predviđen da prihvati kompletan pritisak vode sa uzvodne strane i smešten je u aluvijonu reke Kladnice na prostoru između brane Kladnica (na prosečnom rastojanju, od osovine brane, od 250 m) i zapadne granice površinskog kopa (na rastojanju od oko 91 m). Ekran je podeljen na dva dela: cementno-bentonitski deo - južno krilo i deo koji se radio mlaznim injektiranjem - severno krilo. Dugačak je 787 m i pruža se pravcem jug - sever (približno paralelno sa zapadnom granicom površinskog kopa) i fundiran je u uglju (Slika 18.). Na južnom krilu, kruna ekrana je na koti 80 m, dok je na severnom krilu, delom na koti 80 m (južni deo severnog krila u dužini od ~155 m), a delom na koti 78 m (severni deo severnog krila u dužini od ~130 m).



Slika 18. Tehnološka šema izrade cementno-bentonitskog dela ekrana

Cementno-bentonitski deo ekrana je urađen na južnom delu, gde podina zaleže (kompleks ugljeva) i gde je dubina ekrana veća (trpi veći uzvodni pritisak do 1.3 bara). Na severnom delu podina vodonosnog kompleksa se diže, dubina ekrana je manja (trpi manji uzvodni pritisak do 0.5 bara - lakši uslovi odvodnjavanja), tako da je na tom delu ekran urađen mlaznim injektiranjem.

Ekran - cementno-bentonitski deo

Cementno-bentonitski deo ekrana se radio u dužini od 502 m, maksimalna visina ekrana je 13.55 m, a minimalna 2.40 m. Širina ekrana je 60 cm i fundirana je u uglju do dubine 0.5 m. Ovaj deo ekrana se radio iz kampada. Dimenzije kampada su prikazane na Slici 18. Pored trase ekrana, izrađen je servisni put.

Ekran - deo injektiran mlazom

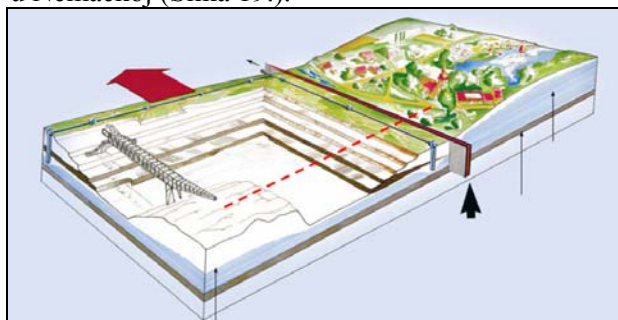
Severno krilo ekrana u dužini od 287 m, je urađeno tehnologijom mlaznog injektiranja. Maksimalna visina ovog dela ekrana je 5.32 m, a minimalna 3.70 m. Ekran se radio iz pilona kružnog poprečnog preseka prosečnog prečnika 1.3 m, na osovinskom rastojanju 1 m (sa preklapom od 0.3 m). Prosečna debljina ovog dela ekrana je oko 1.3 m.

Pri izradi ekrana zidovi useka su se održavali zaštitom bentonitske suspenzije-isplake čija je specifična težina bila $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$. Zapuna je izrađena od betona sa dodatkom bentonita. Agregat za spravljanje zapune nije sadržao frakcije krupnije od 65 mm. Orijentacione količine komponenti za 1 m^3 zapune su bile sledeće: 100 kg cementa, 30 kg bentonita, 1,854 kg šljunka i 272 kg vode. Zapuni se, saglasno utvrđenoj recepturi, dodavala odležala bentonitska emulzija kako bi gotov ekran imao i izvesne elastične osobine uz osnovni uslov da koeficijent vodopropusnosti betona posle 28 dana ne sme da bude veći od $K = 10^{-7} \text{ cm/s}$. Čvrstoća zapune je u granicama od 0.5 - 1.0 Mpa, a modul elastičnosti 2 - 5 GPa.

Prilikom izrade ovog dela ekrana injektiranjem bilo je dosta tehnoloških problema, koji su vezani za uslove radne sredine, toka podzemnih voda i otvorene kosine površinskog kopa.

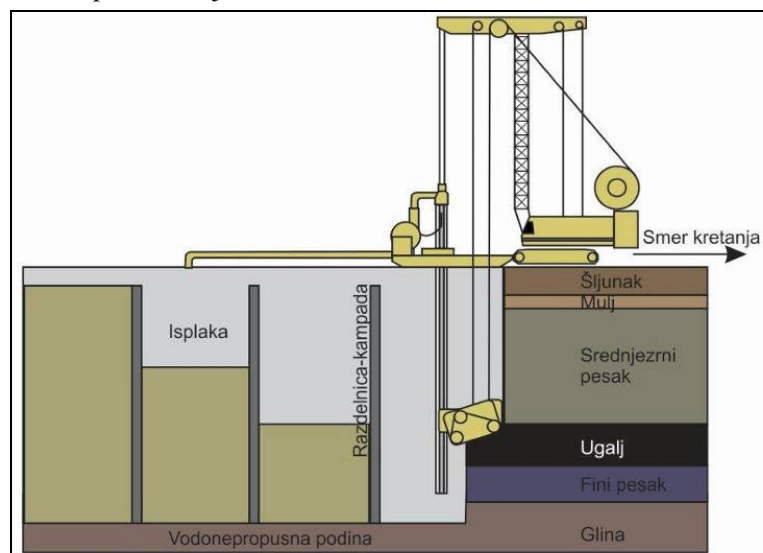
Površinski kop uglja Janschwalde (Nemačka)

U pojedinim poroznim sredinama, moguće je primena ekrana čija se ispuna pravi od iskopanog materijala iz sopstvenog useka. Takav tip ekrana se primenjuje u sredinama čiji je granulometrijski sastav pogodan za primenu ove tehnologije, a to su sredine sa dominantnim srednjeznim do krupnozrnim peskovima i delom sitnozrnog šljunka ujednačene krupnoće. Ovakva tehnologija izrade ekrana realizovana je na površinskom kopu Janschwalde u Nemačkoj (Slika 19.).



Slika 19. Položaj ekrana u odnosu na površinski kop

Usek za izradu ekrana izrađuje se specijalnom mašinom sa radnim elementom sa kontinualnim otkopavanjem odgovarajuće sile rezanja (Slika 3.). Sama mašina za izradu ekrana je napravljena od strane kompanije Wirth specijalno za ovaj površinski kop. Ovaj ekran izrađuje kompanija Wattenfall Europe. U periodu od 1979. do 2000. godine izrađena je deonica ekrana dužine 9,008 m, ukupne površine 614,628 m². Maksimalna dubina ekrana je 84 m, minimalna 52.5 m, dok je srednja dubina iznosila 68.2 m. Širina ekrana je 1 m, i radi se sa uklinjenjem od 0.5 do 3.1 m u vodonepropusni sloj. U periodu od 2006. do 2009. godine izrađena je deonica dužine 1,762 m, ukupne površine 118,054 m². Maksimalna dubina ove deonice ekrana je 69 m, a minimalna 65 m. Tehnologija izrade ovog ekrana prikazana je na Slici 20.

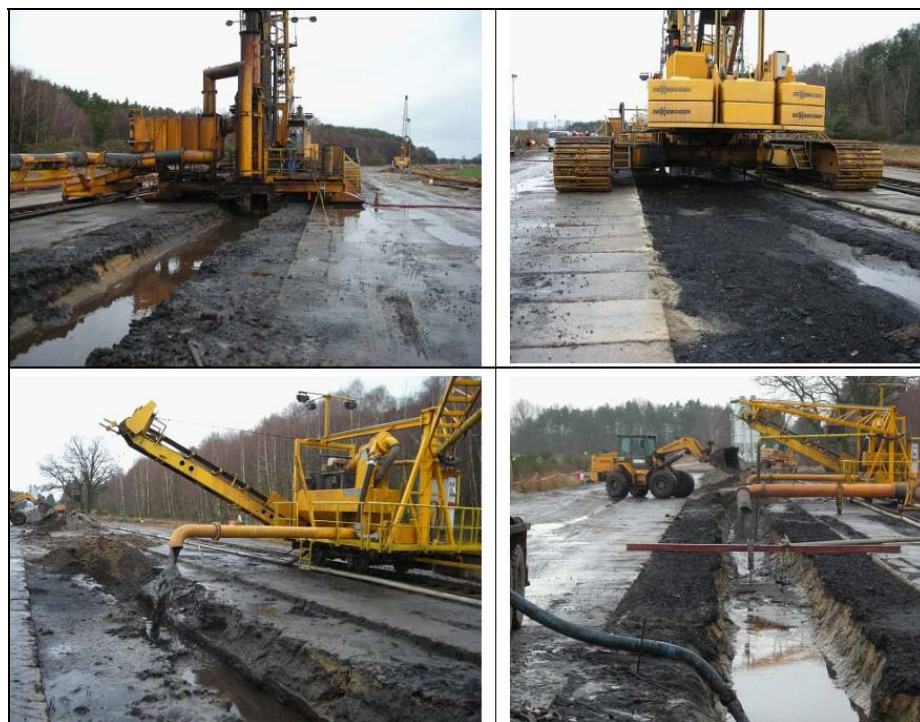


Slika 20. Tehnologija izrade ekrana

Na Slici 21. prikazana je oprema za izradu ekrana koja se kreće gusenicama po kamenim pločama.

Zapuna ekrana se priprema u posebnom postrojenju tako što se iskopani materijal meša po utvrđenoj recepturi sa bentonitskom (cementnom) suspenzijom i aditivima. Iskop materijala iz useka se vrši specijalnim radnim uređajem i hidrauličkim putem transportuje do postrojenja za pripremu materijala zapune. Za održavanje stabilnosti useka se koristi bentonitska suspenzija (isplaka) odgovarajuće konsistencije i zapreminske težine.

Permeabilne karakteristike samog ekrana se projektuju prema zadatim uslovima, a to su: dopuštena zavodnjenost radne sredine koja se štiti, vodopropustljivost porozne sredine u kojoj se ekran gradi, dubini ekrana, odnosno, hidrostatski pritisak koji na njega deluje. Ovom tehnologijom su teoretski i praktično postignute zahtevane karakteristike ekrana u ovoj specifičnoj radnoj sredini, kojoj se prilagođava receptura pripreme ispune i debljina ekrana.



Slika 21. Oprema za izradu ekrana

Površinski kop dijamanta - Diavik (Kanada)

Kompanija BAUER je izradila cementno-bentonitski ekran površine 33,000 m², dubine do 35 m i širine 800 mm, u krupnozrnatom materijalu različite granulacije, uz završnu konturu površinskog kopa dijamanta Diavik na severu Kanade (Slika 22. pre i Slika 23. posle izrade ekrana). Korišćene su kombinovane mašine za izradu useka ekrana sa frezom i grajferom, kao i specijalna mašina za vađenje krupnih samaca (Slika 24.). Postignuti su izvanredni rezultati funkcionisanja ekrana, koji su omogućili nesmetani razvoj dalje površinske eksploatacije.

Pri izradi ekrana u usek se dodavala zapuna koja se izrađivala po sledećoj recepturi:

– Cement	250 kg/m ³ ,
– Bentonit	35 kg/m,
– Pesak i šljunak	700 kg/m ³ ,
– Voda	600 kg/m ³ .



Slika 22. Kontura ekrana u moru pre izrade



Slika 23. Kontura površinskog kopa Diavik nakon izrade ekrana



Slika 24. Korišćena oprema (grajfer, freza i mašina za vađenje samaca)

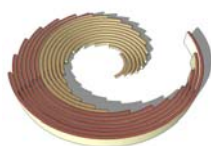
4. ZAKLJUČAK

Višedecenijsko svetsko i domaće iskustvo na izradi ekrana za zaštitu površinskih kopova od podzemnih voda, dovelo je do proizvodnje veoma efikasne opreme za otkopavanje useka ekrana i pouzdanih tehnologija formiranja zapuna. Raznovrsnost tehnologija i troškova izrade ekrana uslovljava veoma ozbiljan tehno-ekonomski pristup izbora za investitore i projektante, sa dominantnom ulogom geomehaničkih i hidrogeoloških karakteristika radne sredine u kojoj se izrađuje ekran, uz tehnološku i ekološku bezbednost površinskih kopova.

Literatura

- 1 Polomčić D., Šubaranović T., (2006), *Provera modela ekrana na primeru površinskog kopa Drmno*, Zbornik radova Sedme Međunarodne konferencije NEMETALI 2006, str. 327-334, ISBN: 86-7352-174-2, Banja Vrujci

- 2 Šubaranović T., Polomčić D., (2006), *Izbor lokacije za izradu vodonepropusnog ekrana na površinskom kopu Drmno*, Zbornik radova Sedme Međunarodne konferencije NEMETALI 2006, str. 400-405, ISBN: 86-7352-174-2, Banja Vrujci
- 3 Dimitrijević B., Šubaranović T., Milošević D., (2006), *Rekapitulacija primene mehanizacije u tehnologiji izrade vodonepropusnih ekrana u površinskoj eksploataciji uglja u Srbiji*, Zbornik radova Sedmog Međunarodnog simpozijuma Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu i energetika MAREN 2006, str. 90-93, ISBN: 86-7352-175-0, Beograd
- 4 Šubaranović T., (2006), *Dimenzionisanje vodonepropusnih ekrana u sistemima odvodnjavanja površinskih kopova uglja*, Magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu
- 5 Pavlović V., Šubaranović T., (2007), *Tehno-ekonomska analiza izrade ekrana na primeru površinskog kopa Drmno*, Zbornik rada VIII Međunarodne konferencije o površinskoj eksploataciji OMC 2007, str. 203-207, ISBN: 86-7352-157-2, COBISS.SR-ID 144060172, Banja Vrujci
- 6 Pavlović V., Šubaranović T., (2007), *Savremena tehnologija izrade ekrana u površinskoj eksploataciji uglja*, Zbornik radova Prvog međunarodnog simpozijuma Energetsko rudarstvo 07, str. 120-126, ISBN: 978-86-7352-158-9, Vrnjačka Banja
- 7 Pavlović V., Šubaranović T., Polomčić D., (2008), *Tehno-ekonomska ocena sistema odvodnjavanja površinskog kopa uglja Drmno od podzemnih voda*, Časopis Tehnika br. 4, Rudarstvo, geologija i metalurgija, Pregledni rad, YU ISSN 0350-2627, UDC: 55:621.7:669 (062.2) (497.1), str. 1-8, Beograd
- 8 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, (2008), *Glavni rudarski projekat površinskog kopa Drmno za kapacitet $9 \cdot 10^6$ tona uglja godišnje*, – Tehnički projekat zaštite kopa od podzemnih i površinskih voda, Beograd
- 9 Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi, (2007), *Uprošćeni rudarski projekat zaštite zapadne granice površinskog kopa Tamnava-Zapadno Polje od voda iz aluvijona Kladnice*, Beograd



RUDARSKI POSAO JE DOBRO PLAĆEN U SVETU

MINING CAREER PAYS WELL

Pavlović V.¹

Pitanje godišnjih zarada je dominantno, kako za diplomirane inženjere pri izboru radnog mesta, tako i za buduće inženjere u oblasti rudarstva pri opredeljenju za profesionalnu karijeru. Jedan od vodećih rudarskih časopisa EMJ (Engineering Mining Journal - www.e-mj.com) je u avgustu 2010. godine objavio rezultate ankete po pitanju godišnjih zarada u rudarstvu širom sveta. Iako uzorak anketiranih nije veliki, statistički rezultati mogu poslužiti za preliminarnu analizu razlika u ličnim zaradama po vrstama rudarskog profesionalnog opredeljenja, lokacije rudnika u svetu i po rudarskim sektorima (Tabela 1.).

Većina anketiranih (34%) su iz velikih rudarskih kompanija sa godišnjom proizvodnjom od preko 10 miliona tona mineralne sirovine. Broj anketiranih iz veoma malih (< 1 tona godišnje) i malih rudarskih kompanija je sličan i iznosi 24% i 25%. Procenat anketiranih u srednjim kompanijama (5-10 miliona tona godišnje) iznosi 17%. Srednji godišnji kapacitet na drobljenju i mlevenju po rudniku je mali i iznosi 80,000 tona. Sa inženjerskom diplomom (Bačeler) je 92% anketiranih. Sa 43% od tog procenta diplomiranih inženjera (Master), može se reći da su rudarski profesionalci uglavnom dobro edukovani.

Podaci o zaposlenima su klasifikovani u pet merljivih grupa srednjeg nivoa menadžmenta: Izvršni Menadžment (vlasnici, predsednici i potpredsednici kompanija i sektora), Operativni Menadžment (menadžment rudnika, direktori rudnika i sektora, smenski upravnici, upravnici prerade i šefovi održavanja), Inženjering (vodeći inženjeri za tehnologiju, održavanje, nadzor, projektovanje i elektro-slabdevanje), Specijalistička podrška (menadžeri za tehničke servise, GIS, obuku itd.) i Tehnički servis (geološko istraživanje, zdravlje i zaštita na radu, ekologija i rekultivacija i istraživanje i razvoj).

¹ Prof. dr Vladimir Pavlović, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Dušina 7, Beograd

Tabela 1. Zarade po kontinentima i rudarskim sektorima

Kontinent/Sektor	Osnovna zarada (\$)	Rast u 2010 (%)	Ukupna zarada (\$)
Prosečno u svetu			132,333
Administracija	144,615	6.3	177,297
Priprema mineralnih sirovina	107,561	7.2	129,101
Površinska eksploatacija	97,921	5.6	114,606
Podzemna eksploatacija	105,105	5.2	129,619
Istraživanje	99,986	6.5	111,041
USA i Kanada			
Administracija	139,980	5.3	184,598
Priprema mineralnih sirovina	124,675	5.5	146,035
Površinska eksploatacija	108,183	4.3	130,997
Podzemna eksploatacija	122,589	3.9	164,075
Istaživanje	107,556	5.0	126,511
Australija			
Administracija	230,000	11.0	230,000
Priprema mineralnih sirovina	191,667	2.7	207,500
Površinska eksploatacija	146,928	4.7	163,885
Podzemna eksploatacija	187,290	5.9	216,590
Istraživanje	100,160	5.5	104,160
Južna Amerika			
Administracija	130,556	7.7	158,222
Priprema mineralnih sirovina	86,643	8.8	118,357
Površinska eksploatacija	87,491	8.3	94,941
Podzemna eksploatacija	87,759	6.4	98,730
Istraživanje	86,492	8.4	91,569
Afrika			
Administracija	130,000	8.8	140,000
Priprema mineralnih sirovina	72,614	9.9	84,028
Površinska eksploatacija	74,862	9.1	81,392
Podzemna eksploatacija	74,358	8.6	78,991
Istraživanje	165,000	10.5	190,000
Evropa			
Administracija	173,480	3.6	184,147
Priprema mineralnih sirovina	95,886	4.5	108,086
Površinska eksploatacija	81,114	3.9	86,843
Podzemna eksploatacija	74,249	7.6	75,406
Istraživanje	-	-	-
Azija			
Administracija	250,000	-	250,000
Priprema mineralnih sirovina	64,933	6.3	84,017
Površinska eksploatacija	61,031	6.5	80,380
Podzemna eksploatacija	56,500	4.8	100,375
Istraživanje	86,071	6.6	89,775

Rezultati istraživanja, za srednji nivo menadžmenta, generalno pokazuju da su u srednjim i velikim rudarskim kompanijama zaposleni relativno mladi ljudi (46 godina) u većini muškarci (97%).

Sa srednjim brojem od 22 godine profesionalne rudarske karijere radili su za tri do četiri kompanije. Imaju diplome rudarskih inženjera i u sadašnjim kompanijama rade već osam do deset godina. Dostižu godišnju zaradu od najmanje 100,000 \$ i dobijaju srednji godišnji bonus od oko 30,000 \$. Veća specijalizacija i iskustvo povećava ove iznose i obrnuto.

Tabela 2. Zarade po rudarskim sektorima i kontinentima

Sektor/Kontinent	Osnovna zarada (\$)	Rast u 2010 (%)	Ukupna zarada (\$)
<i>Administracija</i>			
USA i Kanada	139,980	5.3	184,598
Južna Amerika	130,556	7.7	158,222
Evropa	173,480	3.6	184,147
Australija	230,000	11.0	230,000
Azija	250,000	-	250,000
Afrika	130,000	8.8	140,000
<i>Istraživanje</i>			
USA i Kanada	107,556	5.0	126,511
Južna Amerika	86,492	8.4	91,569
Evropa	-	-	-
Australija	100,160	5.5	104,160
Azija	86,071	6.6	89,775
Afrika	165,000	10.5	190,000
<i>Priprema mineralnih sirovina</i>			
USA i Kanada	124,675	5.5	146,035
Južna Amerika	86,643	8.8	118,357
Evropa	95,886	4.5	108,086
Australija	191,667	2.7	207,500
Azija	64,933	6.3	84,017
Afrika	72,614	9.9	84,028
<i>Površinska eksploatacija</i>			
USA i Kanada	108,183	4.3	130,997
Južna Amerika	87,491	8.3	94,941
Evropa	81,114	3.9	86,843
Australija	146,928	4.7	163,885
Azija	61,031	6.5	80,380
Afrika	74,862	9.1	81,392
<i>Podzemna eksploatacija</i>			
USA i Kanada	122,589	3.9	164,075
Južna Amerika	87,759	6.4	98,730
Evropa	74,249	7.6	75,406
Australija	187,290	5.9	216,590
Azija	66,500	4.8	100,375
Afrika	74,358	8.6	78,991

Uobičajeno, Izvršni Menadžment ima najveće zarade. Nivo zarada za vrh menadžmenta dislociran je u finansijski sektor. Zarade su različite po rudarskim specijalnostima.

Vodeći menadžerski posao u podzemnoj eksploataciji je više plaćen u odnosu na površinsku eksploataciju. Profesionalci u pripremi mineralnih sirovina imaju sličan nivo zarade kao i stručnjaci u podzemnoj eksploataciji, ali ni jedni ni drugi ne dostižu iznose koje postižu inženjeri u administrativnim poslovima centrala kompanija.

Nivoi zarada su, takođe, promenljivi po kontinentima. Zarade su generalno veće u Australiji nego na drugim kontinentima. Osnovne zarade u Aziji su najniže, dok su ukupne zarade uključujući bonuse podjednako niže u Aziji i Africi.

U Tabeli 1. su prikazani rezultati analize ankete po kontinentima i rudarskim sektorima u odnosu na zarade. U Tabeli 2. su prikazani isti rezultati aranžirani po rudarskim sektorima po kontinentima. Tabele 3., 4. i 5. su detaljnije obrađeni podaci za tri osnovna rudarska sektora koji obuhvataju površinsku eksploataciju, podzemnu eksploataciju i pripremu mineralnih sirovina za zarade po profesionalnim rudarskim pozicijama.

Tabela 3. Zarade po profesionalnim oblastima u površinskoj eksploataciji

Vrsta posla	Osnovna zarada (\$)	Povišica (\$)	Ukupna zarada (\$)
Menadžer rudnika	137,380	7.2	166,288
Operativni menadžer	120,348	5.7	155,134
Nadzornik	66,239	7.4	88,489
Upravnik	111,447	5.6	122,105
Rudarski inženjer	84,317	4.4	93,294
Geolog	61,529	6.8	71,569
Tehnička podrška	94,921	3.4	104,694

Tabela 4. Zarade po profesionalnim oblastima u podzemnoj eksploataciji

Vrsta posla	Osnovna zarada (\$)	Povišica (\$)	Ukupna zarada (\$)
Menadžer rudnika	145,607	8.7	175,643
Operativni menadžer	108,800	4.6	125,858
Smenski upravnik	99,556	5.7	113,422
Upravnik	112,897	3.8	127,102
Rudarski inženjer	80,005	5.1	85,838
Geolog	74,600	4.5	80,836

Tabela 5. Zarade po profesionalnim oblastima u pripremi mineralnih sirovina

Vrsta posla	Osnovna zarada (\$)	Povišica (\$)	Ukupna zarada (\$)
Operativni menadžer	124,571	5.9	135,000
Nadzornik postrojenja	83,334	9.2	98,150
Menadžer prerade	142,235	18.5	169,325
Upravnik postrojenja	117,875	3.4	132,355
Projekt inženjer	88,133	4.7	99,026
Tehnička podrška	96,571	2.7	120,369
Istraživanje i razvoj	111,189	3.3	129,127

Imajući u vidu dužinu prosečnog radnog staža u rudarskim kompanijama, može se reći da postoji visok nivo međusobnog poštovanja srednjeg nivoa menadžera u rudnicima i preradi. Pozitivni rezultat ankete je zaključak da su sigurnost posla i dobri odnosi sa poslodavcima nagrađeni sa relativno lepim zaradama. Zadovoljavajuća je konstatacija da srednja ukupna svetska godišnja zarada u oblasti rudarstva iznosi 132,333 \$, što u mnogome značajno utiče na profesionalno opredeljenje budućih inženjerskih kadrova i popularnost rudarske struke.

Na žalost, imajući u vidu ekonomsku situaciju i tranzicione uslove, zarade u Srbiji su u svim oblastima privrede pa i u oblasti rudarstva znatno niže. Međutim, i do deset puta manji srednji ukupni iznosi godišnjih zarada u oblasti rudarstva u Srbiji, u odnosu na svetske podatke, su na vrhu zarada privrede i utiču na popularnost ove struke. Kako se planski predviđa značajan dinamički rast nivoa istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina, sa učešćem domaćih i stranih investitora, uz bržu tranziciju i izlazak iz ekonomske krize, kroz realizaciju Strategije upravljanja mineralno-sirovinskim kompleksom Republike Srbije, treba očekivati i sve veću profesionalnu zainteresovanost i rast zarada u ovoj oblasti u narednom periodu.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

622(082)

МЕЂУНАРОДНА конференција о површинској
експлоатацији (9 ; 2010 ; Врњачка Бања)

[Zbornik radova] = [Proceedings] / IX
Međunarodna konferencija o površinskoj
eksploataciji - OMC 2010, Vrnjačka Banja,
20-23. oktobar 2010. = IX International
Opencast Mining Conference - OMC 2010,
Vrnjačka Banja, 20-23 October 2010 ;
organizatori Savez inženjera rudarstva i
geologije Srbije, Jugoslovenski komitet za
površinsku eksploataciju ... [et al.] =
organizers Society of Mining and Geology
Engineers of Serbia, Yugoslav Opencast Mining
Committee, Belgrade ... [et al.] ; [urednik,
editor Vladimir Pavlović]. - Beograd :
Jugoslovenski komitet za površinsku
eksploataciju = Yugoslav Opencast Mining
Committee, 2010 (Lazarevac : Elvod-print). -
399 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i mak. jeziku. - Tiraž 200. -
Napomene uz tekst. - Bibliografija uz većinu
radova. - Abstracts.

ISBN 978-86-83497-15-7

1. Павловић, Владимир [уредник] 2. Савез
инжењера рударства и геологије Србије.
Југословенски комитет за површинску
експлоатацију (Београд)
а) Рударство - Зборници
COBISS.SR-ID 178953996